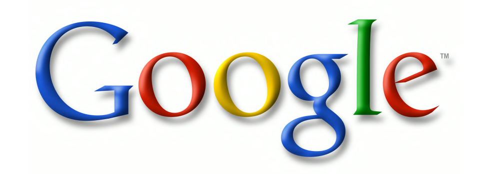


This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

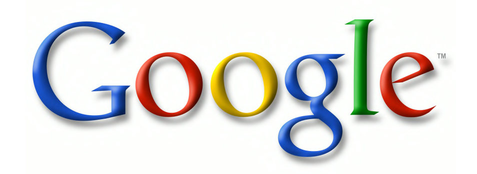
Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at http://books.google.com/



Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.
+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.
+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.
+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

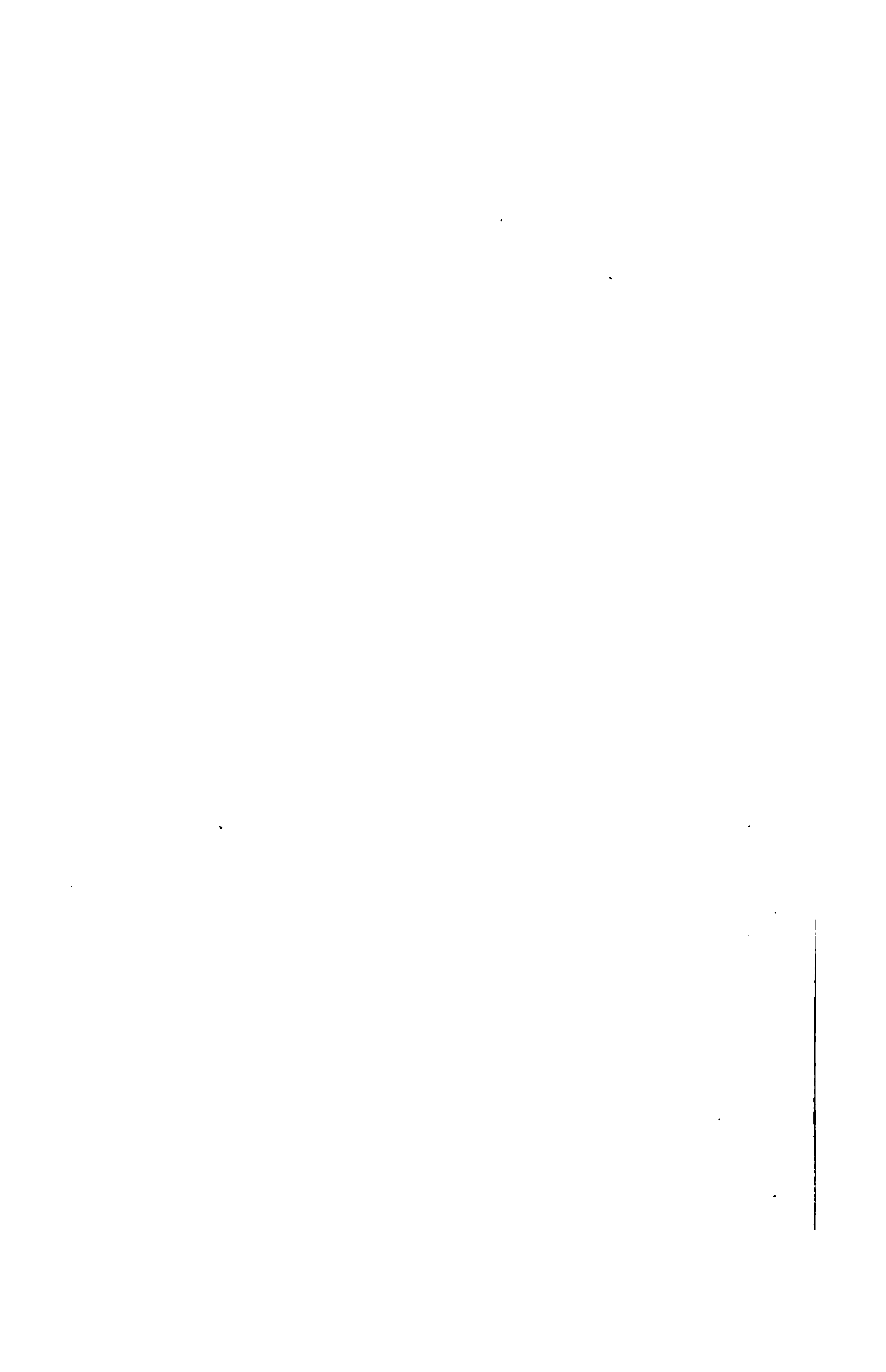



600020174K

1668 d. 7.







GRUNDZÜGE

DER

VERGLEICHENDEN PHYSIOLOGIE

UND

HISTOLOGIE

VON

DR. LUDWIG v. THANHOFFER

a. o. ö. Prof. der Histologie an der Universität, o. ö. Prof. der Physiologie und Physik an der Veterinär-Lehranstalt und corresp. Mitglied der Akademie der Wissenschaften in Budapest.

MIT 195 HOLZSCHNITTEN.

STUTTGART.
VERLAG VON FERDINAND ENKE.
1885.

GRUNDZÜGE

DER

VERGLEICHENDEN PHYSIOLOGIE

UND

HISTOLOGIE.

---

direnden entsprechendes, das Interesse des diesem Fache angehörenden Publikums wachrufendes Werk fehlte, welches bei aller Kürze nicht allein den Bedürfnissen des Schülers entspräche, sondern auch, einen Einblick in die höheren Regionen dieser wissenschaftlichen Zweige gestattend, ihn des Gebrauches einer grösseren Physiologie enthebe; schliesslich nicht allein den Menschen, sondern auch das Thierreich im Allgemeinen, die Physiologie und Histologie hauptsächlich der grösseren Haus- und Nutzthiere im Besondern vergleichend abhandle.

Es werden somit, ausser der Physiologie und Histologie, darin auch jene physiologisch-chemischen und physikalischen Abschnitte enthalten sein müssen, welche zum Verständnisse der Materie unumgänglich nothwendig und, mit den beigefügten betreffenden anatomischen Daten vereint, dem Schüler ein weiteres Hilfsbuch in der physiologischen Chemie und Histologie entbehrlich erscheinen lassen werden; vorausgesetzt, dass der Betreffende im Besitze der nöthigen naturwissenschaftlichen und chemischen Vorkenntnisse ist.

Dabei will ich gerne anerkennen, dass ausser zahlreichen in- und ausländischen Abhandlungen und Zeitschriften Vieles der Physiologie von Landois (37.), dem Sammelwerke von Hermann (26.), den vergleichenden Anatomieen und Physiologieen von Colin (10.) und Milne-Edwards (49.) entnommen wurde. Die Daten aus der Chemie entstammen der physiologischen Chemie meines Collegen Dr. Leo Liebermann (42.), den Lehrbüchern von Hoppe-Seyler (27.) und Gorup-Besanez (22.). Bei Abfassung der Anatomie des Centralnervensystemes waren die Werke von Henle (24.), Schwalbe (63.), Krause (34.) und Franck (18.), wie auch diejenigen Meynert's (im Stricker'schen Sammelwerke) (65.) massgebend; die Physiologie der Muskeln, Nerven und des centralen Nervensystems wurde aus Munk (51.), Landois, Balogh (2. 3.) und Exner (26.) entnommen; die Physiologie der Entwickelung nach Mihálkovics (48.), Kölliker (31.) und Landois umgearbeitet. Die vergleichend anatomischen Angaben übernahm ich unserm bestbekannten zoologischen Werke

von Margó (47.), wie auch aus Gegenbaur (21.) und Nuhn (55.); während die Bilanz des Stoffwechsels nach Voit (26.) und Schmidt-Mülheim (62.), die Physiologie der Bewegung nach Schmidt-Mülheim (62.) und Marey (44.), die Fütterungslehre nach Kühn (36.) und Wolff (71.) eine Umarbeitung erfuhr; schliesslich wurden die auf Thierzucht bezüglichen Abschnitte hauptsächlich aus dem Werke von A. Tormay (67.) geschöpft.

Meine eigenen physiologischen, bisher nicht veröffentlichten Untersuchungen fanden gleichfalls an geeigneten Orten Platz.

Die Zeichnungen der beigefügten Holzschnitte verdanke ich theils meinem Freunde Herrn Director A. Tormay, dann dem Präparator unseres Institutes, Herrn F. Flesch, zum grössten Theile wurden solche von mir selbst auf Holz entworfen und durch die Künstlerhand des Herrn G. Morelli, Professor an der Muster-Zeichenakademie hier, in dessen xylographischem Atelier hergestellt. Die Zeichnungen sind zumeist nach eigenen Präparaten und solchen meiner Schüler oder Einrichtungsinstrumenten des Institutes entworfen, blos ein kleiner Theil schematisch gehalten oder anderen Autoren entnommen; wo die Benennung des Zeichners oder des Werkes, dem die Zeichnung entlehnt wurde, fehlt, sind es sämmtlich Originalzeichnungen des Verfassers. Der deutsche Text ist eine getreue Uebersetzung des ungarischen Werkes; eine theilweise Umarbeitung erlitten blos die Abschnitte der Physiologie der Bewegung, der Stoffwechselbilanz, der Nerven- und Muskelphysiologie, der Accomodation des Auges und der Geburt.

Schliesslich gereicht es mir zur angenehmen Pflicht, Herrn Verleger Ferdinand Enke für die Herausgabe des Werkes in deutscher Sprache in vorliegender Form; wie nicht minder meinem geehrten Freunde Herrn Univ.-Doc. Dr. Julius Elischer, welcher mich durch die mühevolle Arbeit der Uebertragung desselben in eine Weltsprache am meisten verpflichtete — meinen tiefgefühlten, herzlichen Dank auszusprechen.

Mit dem Wunsche, dass es gelungen wäre, zur Fortentwicke-

lung der wissenschaftlichen Ausbildung — sowohl im engern Vaterlande, als auch in dem staatlich und culturell so grossen Deutschen Reiche ein Scherflein beizutragen, übergibt dem geehrten Leser dies Werk

Budapest, im Mai 1884.

der Verfasser.

Alphabetisches Verzeichniss
der bei Abfassung des Werkes gebrauchten Literatur.

A) Selbständige Werke.

1. **Balogh, K.** „Az ember élettana.“ (Physiologie des Menschen.) 2. Bd. Pest 1882. (ungarisch).

2. **Balogh, K.** „Ueber die Function der Hirnhemisphären und des Kleinhirnes.“ Ausgabe der ungarischen Akademie der Wissenschaften. Budapest 1876. (ungarisch).

3. **Balogh, K.** „Der Einfluss des Gehirns auf die Herzbewegungen.“ Ibid. Budapest 1876. (ungarisch).

4. **Bókai, A.** „Einfluss des Centralnervensystems auf die Wärmeregulirung des thier. Körpers.“ Separatabdruck aus dem „Orvosi Hetilap“. Jahrgang 1882. (ungarisch).

5. **Bernard, Cl.** „Vorlesungen über die thierische Wärme.“ (Deutsch übersetzt von A. **Schuster.**) Leipzig 1876.

6. **Bell-Pettigrew, J.** „Die Ortsbewegung der Thiere.“ Leipzig 1875.

7. **Bert, P.** „Leçons sur la physiologie comparée de la respiration.“ Paris 1870.

8. **Brücke, E.** „Vorlesungen über Physiologie.“ 2. Bd. Wien 1873 bis 1874.

9. **Burdon-Sanderson** und **Schäfer.** „Physiological Laboratory, University College.“ London, Collected papers. 1876. 1877—1878.

10. **Colin, G.** „Traité de physiologie comparée des animaux.“ 2 Bde. Paris 1871—1873.

11. **Cyon, E.** „Methode der physiologischen Experimente und Vivisectionen.“ Giessen und Petersburg 1876.

12. **Czermak, J.** „Gesammelte Schriften.“ 2. Bd. 1879.

13. **Deiters, O.** „Untersuchungen über Gehirn und Rückenmark des Menschen und der Säugethiere.“ (Nach des Verf. Tode herausgegeben von M. **Schulze.**) Braunschweig 1865.

14. **Ecker, S.** „Die Anatomie des Frosches.“ Braunschweig 1864 bis 1881.

15. **Ferrier, D.** „Die Functionen des Gehirns.“ (Deutsch von H. **Obersteiner.**) Braunschweig 1879.

16. **Funcke, O.** „Lehrbuch der Physiologie etc.“ 2. Bd. 4. Aufl. Leipzig 1876.

17. **Flechsig, P.** „Die Leitungsbahnen im Gehirn und Rückenmark des Menschen.“ Leipzig 1876.

18. Franck, L. „Handbuch der Anatomie der Hausthiere etc." 2. Aufl. Stuttgart 1883.

19. Fürstenberg, M. H. F. „Die Milchdrüsen der Kuh, ihre Anatomie, Physiologie und Pathologie etc." Leipzig 1868.

20. Fürstenberg-Leisering. „Die Rindviehzucht etc." I. Bd. Anatomie.

21. Gegenbaur, K. „Grundzüge der vergleichenden Anatomie." 2. Aufl. Leipzig 1870.

22. Gorup-Besanez. „Anleitung zur qualitativen und quantitativen zoo-chemischen Analyse." Braunschweig 1871.

23. Gscheidlen, R. „Physiolog. Methodik etc." Braunschweig 1876.

24. Henle, J. „Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen." 3. Bd. Braunschweig 1866—1883.

25. Hermann, L. „Grundriss der Physiologie des Menschen." 4. Aufl. Berlin 1872.

26. Hermann, L. „Handbuch der Physiologie." 6. Bd. Leipzig 1879—1881.

27. Hoppe-Seyler, F. „Physiologische Chemie." Berlin 1877—1879.

28. Högyes, A. „Der Nervenmechanismus der associirten Augenbewegungen." Ausgabe der ungarischen Akademie der Wissenschaften. 1882—1883. (ungarisch).

29. Huxley, Th. H. „Vorträge aus dem Gebiete der element. Physiologie." (Ins Ungarische übersetzt und herausgegeben von der naturwissenschaftlichen Gesellschaft zu Budapest.) 1873.

30. Kollmann, J. „Mechanik des menschl. Körpers." München 1874.

31. Kölliker, A. „Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere." Leipzig 1876—1879.

32. König, J. „Chemie der menschlichen Nahrungs- und Genussmittel." 2. Aufl. Berlin 1882.

33. Krause, W. „Allgemeine und mikroskopische Anatomie." Hannover 1876.

34. Krause, W. „Handbuch der descript. menschlichen Anatomie." (Ins Ungarische übersetzt von V. v. Mihálkovics.) 2. Bd. Budapest 1882.

35. Krukenberg. Grundzüge einer vergleichenden Physiologie der Farbstoffe und der Farben." Heidelberg 1884.

36. Kühn, J. „Die rationelle Ernährung des Rindviehes." (Ins Ungarische übersetzt von A. Cserháti.) Budapest 1879.

37. Landois, L. „Lehrbuch der Physiologie des Menschen etc." 3. Aufl. 1882.

38. Leydig, F. „Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere." Hamm 1857.

39. Leydig, F. „Untersuchungen zur Anatomie und Histologie der Thiere." Bonn 1883.

40. Ludwig, C. „Lehrbuch der Physiologie des Menschen." 2. Bd. Leipzig und Heidelberg 1858—1861.

41. Gurlt, E. F. „Lehrbuch der vergleichenden Physiologie." 3. Aufl. Berlin 1865.

42. Liebermann, Leo. „Grundzüge der Chemie des Menschen." Stuttgart 1880.

43. Ludwig, K. „Arbeiten aus der physiologischen Anstalt zu Leipzig."

44. Marey, E. J. „La machine animale, locomotion terrestre et aërienne." 3. Aufl. Paris 1882.

45. Marey, E. J. „Du mouvement dans les fonctions de la vie." Paris 1868.

46. Marey, E. J. „Physiologie expérimentale." Travaux du laboratoire de M. Marey. Paris.

47. Margó, T. A. „Handbuch der wissenschaftlichen Zoologie." Allg. Zoologie. I. Th. Budapest 1881. (ungarisch).

48. Mihálkovics, V. „Allgemeine Anatomie.“ Herausgegeben von der ärztlichen Verlags-Gesellschaft zu Budapest. 1881. (ungarisch).

49. Milne-Edwards, H. „Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée de l'homme et des animaux.“ 14. Bd. Paris 1857—1881.

50. Moleschott, J. „Physiologie der Nahrungsmittel.“ 2. Aufl. Giessen 1859.

51. Munk, M. „Physiologie des Menschen und der Säugethiere.“ Berlin 1881.

52. Müller, F. „Lehrbuch der Physiologie der Haussäugethiere.“ Wien 1862.

53. Müller, C. F. „Anatomie und Physiologie des Pferdes.“ Berlin 1879.

54. Nádaskai, B. „Handbuch der descriptiv. Anatomie der nützlichen Hausthiere.“ Budapest 1877. (ungarisch).

55. Nuhn, A. „Lehrbuch der vergleich. Anatomie.“ Heidelberg 1878.

56. Pekár, E. „Weizen und Mehl unserer Erde u. s. w.“ Budapest 1882. (ungarisch und deutsch).

57. Preyer, W. „Die Blutkrystalle.“ Jena 1871.

58. Ranke, J. „Grundzüge der Physiologie des Menschen.“ (Ins Ungarische übersetzt von S. Purjesz d. Ä. Herausgegeben von der ungar. ärztlichen Verlags-Gesellschaft.) Budapest 1875.

59. Ranvier, L. „Traité technique d'histologie.“ Paris 1875—1878.

60. Ranvier, L. „Leçons sur l'histologie du système nerveux.“ (Recueillies par M. Ed. Weber.) Paris 1878.

61. Ranvier, L. „Laboratoire d'histologie du Collège de France.“ Paris.

62. Schmidt-Mülheim, A. „Grundriss der speciellen Physiologie der Haussäugethiere.“ Leipzig 1879.

63. Schwalbe, G. „Lehrbuch der Neurologie.“ Erlangen 1881.

64. Smith, E. „Die Nahrungsmittel.“ (Ins Ungarische übertragen von A. Högyes.) Verlag der naturwissenschaftlichen Gesellschaft. Budapest 1877.

65. Stricker, S. „Handbuch der Lehre von den Geweben etc.“ 2. Bd. Leipzig 1871—1872.

66. Thanhoffer, L. „Das Mikroskop und seine Anwendung.“ (Ungarisch.) Budapest 1880. Dasselbe deutsch im Verlage von Enke. Stuttgart 1881.

67. Tormay, A. „Allgemeine Thierzuchtslehre.“ Debreczin 1871. (ungarisch).

68. Weiss, C. F. H. „Specielle Physiologie der Haussäugethiere.“ 2. Aufl. Stuttgart 1869.

69. Vierordt, K. „Grundriss der Physiologie des Menschen.“ 5. Aufl. Tübingen 1877.

70. Vogel, E. J. „Lehrbuch der physikalischen Diagnostik der Krankheiten der Hausthiere.“ Stuttgart 1874.

71. Wolff, E. „Die rationelle Fütterung der landwirthschaftlichen Nutzthiere.“ Berlin 1877.

72. Wundt, W. „Lehrbuch der Physiologie des Menschen.“ Erlangen 1878.

73. Dasselbe; übersetzt von A. v. Török (ungarisch). Pest 1871.

B) Zeitschriften.

1. Ausgabe der ungar. Akademie der Wissenchaften. „Abhandlungen aus dem Gebiete der Naturwissenschaften.“ Budapest. (ungarisch).

2. Archives de physiologie normale et pathologique (Brown-Séquard, Charcot, Vulpian). Paris.

3. Archiv für die gesammte Physiologie des Menschen und der Thiere. (Pflüger's Archiv.) Bonn.

Literatur.

4. Archiv für mikroskopische Anatomie. (Waldeyer, La-Valette's [illegible]) Bonn.
5. Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie etc. (Virchow's [illegible]) Berlin.
6. Archiv für Physiologie. (Du Bois-Reymond's Archiv.) Leipzig.
7. Archiv für wissenschaftliche und praktische Thierheilkunde. (Roloff, [illegible] Schütz's Archiv.) Berlin.
8. Biologisches Centralblatt. (Rosenthal.) Erlangen.
9. Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften. Berlin.
10. Deutsche Zeitschrift für Thiermedicin und vergleichende Pathologie. (Bollinger, Franck, Albert Johne, Sussdorf.) Leipzig.
11. Jahresberichte über die Fortschritte der Anatomie und Physiologie. (Hofmann-Schwalbe.) Leipzig.
12. Kühne, W. Untersuchungen des physiologischen Institutes der Universität Heidelberg.
13. Orvosi Hetilap. Budapest. (ungarisch).
14. Orvos-természettudományi értesitő. Klausenburg. (ungarisch).
15. Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften; mathem. naturwissenschaftliche Classe. Wien.
16. Jahresbericht über die Leistungen und Fortschritte in der gesammten Medicin (Virchow-Hirsch.) Berlin.
17. Zeitschrift für Biologie. (Voit und Pettenkofer, jetzt Voit und Kühne.) München und Leipzig.

Inhaltsverzeichniss.

Allgemeiner Theil.

III. Abtheilung.

IV. Abtheilung.

V. Abtheilung.

Specielle Physiologie.

I. Theil.

Physiologie des Stoffwechsels.

Vegetative Functionen des thierischen Körpers.

I. Abtheilung.

II. Abtheilung.

4. Archiv für mikroskopische Anatomie. (Waldeyer. La-Valette's Archiv.) Bonn.
5. Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie etc. (Virchow's Archiv.) Berlin.
6. Archiv für Physiologie. (Du Bois-Reymond's Archiv.) Leipzig.
7. Archiv für wissenschaftliche und praktische Thierheilkunde. (Roloff, Müller, Schütz's Archiv.) Berlin.
8. Biologisches Centralblatt. (Rosenthal.) Erlangen.
9. Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften. Berlin.
10. Deutsche Zeitschrift für Thiermedicin und vergleichende Pathologie. (Bollinger, Franck, Albert Johne, Sussdorf.) Leipzig.
11. Jahresberichte über die Fortschritte der Anatomie und Physiologie. (Hoffmann-Schwalbe.) Leipzig.
12. Kühne, W. Untersuchungen des physiologischen Institutes der Universität. Heidelberg.
13. Orvosi Hetilap. Budapest. (ungarisch).
14. Orvos-természettudományi értesitő. Klausenburg. (ungarisch).
15. Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften: mathem. naturwissenschaftliche Classe. Wien.
16. Jahresbericht über die Leistungen und Fortschritte in der gesammten Medicin. (Virchow-Hirsch.) Berlin.
17. Zeitschrift für Biologie. (Voit und Pettenkofer, jetzt Voit und Kühne.) München und Leipzig.

Inhaltsverzeichniss.

Allgemeiner Theil.

III. Abtheilung.

IV. Abtheilung.

V. Abtheilung.

Specielle Physiologie.

I. Theil.

Physiologie des Stoffwechsels.

Vegetative Functionen des thierischen Körpers.

I. Abtheilung.

II. Abtheilung.

III. Abtheilung.

IV. Abtheilung.

V. Abtheilung.

Physiologie der Athmung.

VI. Abtheilung.

Physiologie der Se- und Excretionen.

II. Abtheilung.

Physiologie der Sinnesorgane.

III. Abtheilung.

Physiologie des Nervensystems.

IV. Abtheilung.

Physiologie der Fortpflanzung.

III. Theil.

Physiologie der Entwickelung.

ALLGEMEINER THEIL.



Einleitung.

Aufgabe und Eintheilung der Physiologie.

Die Physiologie*) ist die Physik der lebenden Wesen. Während jedoch diese, im engeren Sinne genommen, die Erscheinungen der anorganischen Körper abhandelt, befasst sich die Physiologie mit der Erforschung der Erscheinungen am lebenden Körper.

Die Erscheinungen des organisirten Wesens werden demnach als Lebenserscheinungen, -Funktionen oder als Lebenssymptome bezeichnet. Die Aufgabe der Physiologie ist in der Erforschung der Funktionen der Organe organisirter Wesen, somit auch des Gesammtorganismus gelegen; es kommt ihr ferner die Feststellung und das Erschliessen der Gesetze dieser Funktionen zu.

Biologie**) ist ein weiterer Begriff als Physiologie. Während erstere das Leben der gesammten organischen Welt umfasst, macht letztere entweder den Menschen zum Gegenstand der Untersuchung (Physiologie des Menschen), oder sie erforscht die gesammte Thierwelt und heisst dann Zoophysiologie, oder behandelt vergleichenderweise die Thiere und den Menschen (comparative Physiologie), oder beschränkt sich schliesslich auf die Pflanzenwelt allein (Phytophysiologie).

Die Hilfsfächer der Physiologie.

Zu den Hilfsfächern der Physiologie gehören: die Physik, die vergleichende Anatomie und Zoologie, daran anknüpfend die Histologie***) und die Chemie.

---

*) Der Name Physiologie stammt aus dem Griechischen φύσις (Natur) und λόγος (Lehre, Wort); φύσιο-λογέω = Natur lehren oder erforschen, Physiologie = die Lehre vom Leben, vom Erforschen des Lebens hergeleitet.

**) Biologie ist aus βίος (Leben) und λόγος (Lehre) abgestammt.

***) Histologie von ἱστίον (Gewebe) und λόγος. Einige ziehen der griechischen Abstammung zufolge die Schreibart Histiologie vor.

Die Hilfsmittel der Physiologie.

Als Hilfsmittel der Physiologie dienen: das Mikroskop*), die physikalischen und chemischen Instrumente und Reagentien.

I. Abtheilung.

Ueber die Form-Elemente des thierischen Organismus.

Die Zelle.

An einer bestimmten Grenze der Spaltung des thierischen und pflanzlichen Organismus gelangen wir zu winzigen, jedoch mit selbständiger Individualität ausgestatteten Urgebilden, aus denen der Gesammtorganismus aufgebaut erscheint. Diese kleinsten Formationen sind mit den bekannten Attributen des Lebens ausgestattet: sie bewegen sich, fühlen, wachsen, ernähren und vermehren sich; wesshalb sie von Brücke trefflich mit dem Namen „Elementarorganismen" belegt wurden.

Wir nennen einen solchen Elementarorganismus auch „Zelle" (cellula).

Mehrere Milliarden solcher kleiner miteinander verbundener Elementarorganismen bilden — etwa so, wie aneinander gefügte Bausteine ein Haus — die Organe, und diese wieder zusammen den Organismus. Die Grundsubstanz fast aller Organe des thierischen oder menschlichen Organismus wird aus Zellen oder den aus den Zellen gebildeten Stoffen hergestellt.

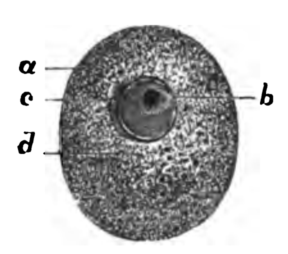


Fig. 1. Typus der Zelle. *a* = Zellmembran; *b* = Zellkern; *c* = Kernkörperchen; *d* = Zellprotoplasma.

Die Zelle (Fig. 1) ist der mit Lebenserscheinungen ausgestattete einfachste Organismus im Thiere oder der Pflanze. Näher betrachtet besteht die Zelle aus einem lebenden eiweissartigen Stoffe (*d*), in welchem feine Körnchen, Wasser oder darin gelöste Salze, oft Farbstoffe sich befinden; in der Mitte oder excentrisch gelagert hingegen zumeist ein Kern (nucleus) (*b*) gelegen ist. Der Kern enthält das Kern-

*) Construction, Gebrauch des Mikroskopes und histol. Technik s. bei Verf. „Das Mikroskop und seine Anwendung. Stuttgart, F. Enke. 1881.

körperchen (c) (nucleolus) und dieser wieder manchmal noch das Kernkörnchen (nucleolinus).

Den den Zellleib bildenden eiweissartigen Stoff nennt man nach dem Botaniker Mohl allgemein Protoplasma (plastischer Urstoff), auch Zellkörper (*d*), Zellmasse, Zellstoff*). Die Zelle wird von ihrer Umgebung entweder durch die eigenen Ränder des Zellleibes begrenzt, oder besitzt eine besondere Hülle, die sogenannte Zellmembran (*a*).

Die Zellmembran wurde früher, besonders seit Schwann und lange nachher, als integrirender Bestandtheil der Zelle angesehen; nach den massgebenden Untersuchungen von Brücke, Schultze und Beale wird jedoch von ihr als unerlässlichem Attribute der Zelle abgesehen.

Ein wichtiger Bestandtheil der Zelle ist der Kern; obschon es auch Zellen ohne Kerne gibt. So entbehren die farbigen Blutkörperchen des Menschen und der ausgewachsenen Thiere des Kernes**), während sie ihn im embryonalen Zustande noch besitzen. Eine Ausnahme bilden davon unter den Säugethieren blos das Lama und das Kameel, bei welchen die rothen Blutkörperchen auch im ausgewachsenen Thiere Kerne aufweisen.

Seit den Untersuchungen von Heitzmann, Auerbach, Arndt, Kupffer, Fromann, Flemming und Eberth gestalten sich die vorhin skizzirten Verhältnisses der Zelle einigermassen complicirter. Nach obgenannten Forschern ist das Protoplasma von einem feinen, netzartigen Maschengewebe durchsetzt, in dessen Zwischenräumen eine flüssigere Substanz (Paraplasma) liegt. Nur die netzförmige Protoplasmaparthie wäre nach genannten Forschern der lebende Theil der Zelle. In manchem Zellgebilde erstreckt sich dieses Maschengewebe bis in den Kern hinein und hängt mit dem Kernkörperchen zusammen. (In den Ganglien und Blutzellen des Krebses, nach Fromann.)

Heitzmann stellt sich in seinem neuesten grossangelegten Werke***) den Gesammtorganismus derartig vor, dass derselbe durch die Verbindung der Protoplasmanetze der Zellen nach Art eines Badeschwammes aufzufassen sei, dessen Lücken mit einer Flüssigkeit erfüllt wären. Es gäbe somit auch keine Zellentheorie, sondern der Gesammtorganismus wäre ein zusammenhängendes Ganze. Nach Heitzmann fänden nach dieser Annahme sowohl die physiologischen als auch die pathologischen Vorgänge und Verhältnisse eine leichtfasslichere Erklärung.

Der Zellkern besitzt gleichfalls ein Netzwerk (Heitzmann, Flemming, Eimer, Hertwig, Schwalbe u. A.), in dessen Maschen eine flüssige Substanz (Kernsaft, Kernsubstanz Kölliker's) enthalten ist. Einige gehen jedoch noch weiter; so wird behauptet, dass das Kernkörperchen von einem lichten Hofe und dieser abermals von einem Körnchenkranz umgeben werde; Eimer nennt diesen lichten Hof „Hyaloidgürtel", den Körnchensaum

---

*) Der nach Dujardin als Sarcode benannte Zellstoff (der Leib der Rhizopoden) ist auch blos Protoplasma, der von Beale mit dem Namen Bioplasma, von Kölliker hingegen Cytoplasma belegt wurde.

**) S. die entgegengesetzte Ansicht im Abschnitte über das Blut.

***) Mikroskopische Morphologie des Thierkörpers im gesunden und kranken Zustande. Wien 1883.

aber Körnchenkranz. Nach demselben Forscher strahlen vom Kernkörperchen oder vielleicht auch vom Kernkörnchen feine radiäre Fasern aus, welche mit den um den Kern gelagerten Molekeln (Nebenkörnchen) in Verbindung stehen. Von da an beginnt der netzförmige Bau des Kernes.

Physikalische Eigenschaften der Zelle.

a) Formen der Zelle.

Die Formen der thierischen Zellen sind äusserst vielgestaltet. Wir finden:

1. ganz runde oder rundliche Zellen (das Ei, Schleimkörperchen, weisse Blutkörperchen, Lymph- und Eiterzellen);

2. scheibenförmige; z. B. die rothen Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere (s. Fig. 2, *a* 1 und Fig. 3);

3. elliptische (die Blutzellen des Kameels, Lama, der Vögel, Amphibien und Fische);

4. spindelförmige (einzelne Formen des Bindegewebes und die glatten Muskelfasern);

5. flache (die Zellen der äusseren Decke und deren Anhänge, die Epithelzellen der Mundschleimhaut [Pflasterepithelien]);

6. regulär polygonale (die Zellen der Linsenkapsel im Auge und die flachen, vieleckigen Zellen der sogen. Descemet'schen Haut; ebenso die regulären Pigmentzellen des Retina-Epithels;

7. cylinderförmige (die Epithelien der Luftröhre, des Verdauungskanales, des Rückenmarkskanales, dann diejenigen der Gefässe und mehrerer anderer Hohlräume im Körper);

8. kelchförmige (zwischen den Epithelien eingelagert und besonders zwischen den Cylinderzellen der Darmzotten reichlich vorhanden);

9. sternförmige, als einzelne Formen der Bindesubstanz. Eine besondere Form derselben stellen die von Waldeyer im Bindegewebe als windmühlflügelartige benannte Zellform dar, deren Centrum einzelne blattförmige Platten entspringen. Eine solche Zelle lässt sich wohl mit einem aufgeschlagenen Buche vergleichen;

10. gezahnte; hieher gehören die von Schultze zuerst beschriebenen und seitdem allgemein gekannten „Riff"- oder Stachelzellen. Sie sind mit den Riffen ineinander gefügt;

11. die sogen. spinnenförmigen Zellen. Es sind diess Zellgebilde, bei denen aus einem centralen, kleinen, granulirten Körper sehr feine zahlreiche Fortsätze ausstrahlen und finden sich im Stützgewebe des Nervengewebes (Neuroglia);

12. Rasenzellen (Stäbchenzellen). Sie besitzen an der untern Fläche, ähnlich dem Rasen, äusserst feine, wurzelartige

Fortsätze, mit denen sie an das Gewebe geheftet erscheinen, daher auch der Name; und finden sich als Pigmentepithelien der Netzhaut und als Epithelien des Speicheldrüsenausführungsganges.

Form des Zellkernes.

Der Zellkern zeigt eine geringere Mannigfaltigkeit der Form als die Zelle. Die ausgebreitetste Form ist die rundliche, linsenartig abgeflachte und die elliptische. Seltener kommen spindelförmige, einzig im glatten Muskel eine stäbchenartige Form derselben vor.

b) Grösse der Zelle.

Die Grösse der Zellen schwankt zwischen sehr verschiedenen Grenzen. Einzelne Zellen ausgenommen, wie z. B. das Eichen, welches mit freiem Auge als kleiner Punkt wahrgenommen werden kann und dessen Grösse beim Menschen 0.23 Mm., bei den Säugethieren 0.20—0.30 Mm. beträgt, sind die übrigen mikroskopisch winzige Gebilde. Die kleinsten davon sind die Blutkörperchen der Säugethiere, mit einem Durchmesser von 0.002—0.008 Mm. Zwischen diesen Grössewerthen finden sich die übrigen Zellen eingereiht.

c) Farbe der Zelle.

Die Farbe der Zellen ist zumeist ein glänzendes Grau; man könnte sie aber auch beinahe farblos nennen. Einzelne Organe und organische Flüssigkeiten besitzen jedoch gefärbte Zellen. Diese Färbung erscheint wahrscheinlich als Folge der aus dem Blutfarbstoff entstandenen Farbstoffe. So sind die mit Fortsätzen ausgestatteten Bindegewebszellen im Gewebe der Gefässhaut des Auges und die Epithelien der hintern Fläche der Regenbogenhaut schwarz. Ebenso verhalten sich im Allgemeinen ein Theil der Bindegewebszellen in der Haut von Amphibien, die sogen. Chromatophoren, wo das Pigment in Gestalt kleinster schwarzer Körnchen (Melanin) ausgeschieden ist. In den Epidermiszellen derselben Thiere finden sich Zellen in grüner, lila, brauner, rother oder in's Schwärzliche spielender Farbe.

In den, die Galle secernirenden Leberzellen erscheint das Pigment in grünlichgelben oder tiefbraunen Körnchen eingelagert. Die rothen Blutkörperchen sind von gelbgrüner eventuell rother Färbung. In der Malpighi'schen (auch Pigment-) Schichte der Haut tritt das Pigment in schwarzen Körnchen auf, während die Haare bald braunes, bald schwärzliches Pigment besitzen.

II. Abtheilung.

Die Gewebe und Gewebssäfte des thierischen Organismus.

Wir haben bei der vorstehenden Betrachtung der Zelle angeführt, dass die thierischen Gewebe entweder aus den genannten Elementarorganismen aufgebaut sind, oder durch eine zwischen die Zellen eingelagerte Intercellularsubstanz gebildet werden. Man nennt die aus Zellen verschiedenartig zusammengesetzten Gebilde Gewebe. Ein Theil derselben ist in fest-flüssigem, ein anderer Theil hingegen in festem Aggregatzustande. Und gerade solche verschiedenen Gewebe im Aggregatzustande sind es, aus denen die Organe des Menschen und der Thiere zusammengesetzt erscheinen, und welche wieder den Gesammtorganismus, den ganzen Körper darstellen.

Bevor wir jedoch auf die physiologischen Funktionen der Organe übergehen, erscheint es nothwendig, die mikroskopische Structur der Gewebe und Gewebssäfte abzuhandeln. Wir theilen letztere der leichteren Uebersicht wegen, in vier Gruppen ein.

I. Gruppe.

Organische Flüssigkeiten mit organischen Formelementen; bestehend aus Zellen und flüssiger Intercellularsubstanz.

Hieher gehört:

1. das Blut;
2. die Lymphe, an welche sich Schleim- und Eiterkörperchen anschliessen;
3. der Chylus (Nahrungssaft, Milchsaft)*).

II. Gruppe.

In diese Gruppe reihen wir Gewebe, die aus „nebeneinander gelagerten Zellen" ohne jede Zwischensubstanz gebildet, und höchstens durch eine zarte Kittsubstanz miteinander verbunden sind.

Hieher gehören:

1. Die Epithelien;
2. das Drüsengewebe;
3. das glatte Muskelgewebe;
4. das Linsen- und
5. das Schmelzgewebe.

---

*) S. specieller Theil.

III. Gruppe.

Charakteristisch für die Gewebe dieser Gruppe ist der Umstand, dass: die sie bildenden Zellen in Röhren umgewandelt sind. Hieher zählt:

1. Das Gewebe der quergestreiften Muskeln; ferner
2. die Capillargefässe der Blut- und Lymphbahnen; endlich
3. die Nervenfasern (und die hieher einzureihenden Nervenganglienzellen).

IV. Gruppe: Bindesubstanzen.

Wir verstehen darunter jene Gewebe, welche aus Zellen und einer zwischen denselben in grösserer oder kleinerer Menge eingelagerten, erstarrten Intercellularsubstanz bestehen. Es umfasst diese Gruppe:

1. das Bindegewebe;
2. das Knorpel- und
3. das Knochengewebe.

I. Gruppe.

1. Das Blut.

A) Rothe Blutkörperchen.

Bringt man einen Tropfen Blut auf eine Glasplatte (Objectträger), bedeckt ihn mit einem Deckgläschen, und betrachtet denselben mittelst 2—300-facher mikroskopischer Vergrösserung; so sieht man alsbald das ganze Sehfeld mit rundlichen, flachen und zumeist rothen oder vielmehr grüngelblichen Körperchen erfüllt. Diese Körperchen sind die farbigen oder rothen Blutzellen (Blutkörperchen, Blutkügelchen, Fig. 2 *a*—1 und Fig. 3). In viel kleinerer Zahl, im ganzen Sehfeld kaum zu 2—3, oft jedoch bis 8 und 10 stehen ausserdem im Sehfelde farblose, kugelige, granulirte Körperchen (Fig. 2 *a*—2), die als weisse, oder farblose Blutkörperchen bezeichnet werden.

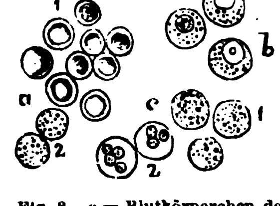


Fig. 2. *a* = Blutkörperchen des Säugethieres; 1 = rothe, 2 = farblose Blutkörperchen; *b*=Schleimkörperchen; *c*=Eiterkörperchen; 1 = Eiterkörperchen in eigenem Serum aus einer eiternden Wunde vom Pferde; 2=ebendasselbe bei Essigsäurezusatz.

Die rothen Blutkörperchen wurden 1658 von Swammerdam im Frosche, 1661 von Malpighi im Igel und 1673 von Leeuwenhoek im Menschen entdeckt.

a) Gestalt der rothen Blutkörperchen.

Die Gestalt eines rothen Blutkörperchens beim Menschen und der Ueberzahl der Säuger entspricht einer runden, an beiden Flächen mit einer Delle versehenen Scheibe. Diejenigen der Kameele und der Lama's, ebenso der Vögel, Amphibien, Reptilien und der Mehrzahl der Fische*) sind hingegen flach elliptisch. Die untenstehende Fig. 3 zeigt das naturgetreue, einer mikrophotographischen Aufnahme entstammende Bild von Blutkörperchen verschiedener Thiere.

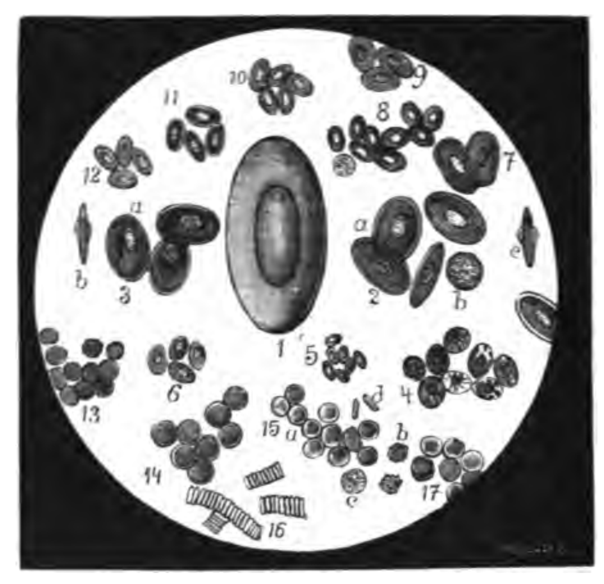


Fig. 3. Blutkörperchen verschiedener Thiere, theils nach mikro-photographischer Aufnahme, theils nach der Natur gezeichnet. 1 = Proteus auguineus. 2 = Rana esculenta; *a* = obere Ansicht; *b* = weisses Blutkörperchen; *c* = rothes Blutkörperchen, Seitenansicht. 3 = Triton cristatus. 4 = Schlange. 5 = Kameel. 6 = Schildkröte. 7 = Salamandra. 8 = Karpfen. 9 = Cobitis fossilis. 10 = Kukuk. 11 = Huhn. 12 = Kanarienvogel. 13 = Löwe. 14 = Elephant. 15 = Mensch; *a* = obere Ansicht; *b* = stechapfelförmig; *c* = farbloses Blutkörperchen. 16 = Pferd; die Zellen erscheinen geldrollenförmig. 17 = Hippopotamus, obere Ansicht.

Die rothen Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere (die erwähnten des Kameeles und des Lama ausgenommen) sind kernlos**); haben ausserdem keine Zellhülle (Zellmembran),

---

*) Runde Blutkörperchen besitzen aus der Reihe der Fische blos die Myxine, der Ammocoetes und der Petromyzon.

**) Nach Böttcher's früheren und neueren Arbeiten sollen die Blutkörperchen sowohl der Säugethiere, als auch des Menschen mit Kernen behaftet

sondern an dessen Stelle ein feines Stroma, zwischen welchem der Blutkörpercheninhalt eingelagert ist.

Der Mangel einer Zellmembran ist auf verschiedene Weise demonstrirt worden *). Rollett mischte Blut mit bei 36 ° C. schmelzenden Leim, und machte dann aus der erstarrten Masse mikroskopische Schnitte. Er fand, dass die Blutkörperchen verschiedenartigste Formen zeigten; sie waren spindelartig, oder dünnfadenartig ausgezogen, rissen mit dem Leime zusammen ein, oder spalteten sich quer. Eine Spur von Zellmembran war hiebei nicht zu finden; die vielfachen Gestaltsveränderungen sprächen übrigens auch gegen das Vorhandensein einer solchen.

Werden Blutzellen auf 52 ° C. erhitzt, so zerfallen sie in grössere und kleinere rosenkranzähnliche Kügelchen (Wertheim). Die zerfallenen Theilchen zeigen die Brown'sche Molecularbewegung **) (Schultze, Beale).

Die rothen Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere sind auf beiden Seiten — die erwähnten zwei Thierfamilien ausgenommen — concav; was bei auf die Kante gestellten Zellen am deutlichsten wahrgenommen wird ***).

Bei Beginn der Gerinnung finden sich diese Profilformen recht häufig. Die rothen Blutkörperchen erscheinen dann feigen-, kranz- oder thalerrollenartig aneinander gereiht (s. Fig. 3, 16 rothe Blutkörperchen vom Pferde in dieser Anordnung). Hingegen zeigen die Blutkörperchen der Thiere mit länglichen (elliptischen) Blutzellen an beiden Seiten eine Convexität (s. Fig. 3, 2 *c* und 3 *b*). Der Grund dieser Erscheinung beruht in dem kugeligen oder ovalen Kerne.

---

sein. Sowohl bei Zusatz von Alkohol als Essigsäure, oder mit alkoholischer Sublimatlösung behandelt, tritt nach längerem Stehen in der Mitte der Zellen eine kernartige Substanz auf, die sich in Farbstoffen tingirt. Böttcher fand in Brand einen Vertreter seiner Angaben, der unter dem Mikroskop an frischem Blute die amöboiden Bewegungen der Blutkörperchen gesehen zu haben angibt und auch beschreibt. Spätere Beobachter konnten diese Angaben jedoch nicht bestätigen und nach übereinstimmender Meinung der Forscher können wir bisher den Mangel von Kernen in den Blutkörperchen (Kameel und Lama ausgenommen) constatiren. Rollett und Donné sehen übrigens die Kerne im Blute des Kameels und des Lama nicht für echte Kerne an.

*) Frey, Ranvier und Böttcher nehmen an den rothen Blutkörperchen der Amphibien eine Zellmembran wahr. Für den Frosch sind wir auch geneigt, uns ihnen anzuschliessen.

**) S. II. Gruppe, die Pigmentzellen des Auges.

***) Diess wird am zweckmässigsten erreicht, wenn wir an das Deckgläschen zart tippen, worauf die Zellen in Strömung gerathend sich drehen und auf die Kante wälzen. Man kann übrigens auch an den Rand des Deckgläschens einen Tropfen Flüssigkeit bringen und an die entgegengesetzte Seite ein Streifchen Fliesspapier hinhalten. Die dadurch erzeugte Strömung bringt dieselbe Erscheinung hervor.

b) Farbe und Gestaltsveränderung der rothen Blutkörperchen.

Die Farbe der rothen Blutkörperchen entstammt dem in ihnen enthaltenen Hämoglobin, einem kristallisirbaren Stoffe, wesshalb er auch Hämato-Kristallin genannt wird *).

Werden rothe Blutkörperchen mit Wasser versetzt, so quellen sie auf, das Hämoglobin wird ausgelaugt und schliesslich bleibt nur deren farbloses Stroma zurück, bis nach einer Weile auch dieses verschwindet. Bei Zusatz von Kochsalz oder Zuckerlösung nehmen sie eine sternförmige Gestalt an. Jenes ist die Folge der Quellung, dieses der durch den Wasserentzug bewirkten Schrumpfung. Letztere Form findet sich an einzelnen Blutzellen oft auch bei frisch gelassenem Blute. Eine schon Hewson bekannte Thatsache ist es, dass Blutzellen von Fieberkranken die Sterngestalt rascher annehmen (M. Schultze). Das Vorkommen dieser Formen im normalen Blute wird durch das Verdunsten des Wassers der Blutzelle selbst erklärlich.

c) Grösse der rothen Blutkörperchen.

Die Blutkörperchen der verschiedenen Thierspecies sind auch ihrer Grösse nach verschieden. Wir theilen an dieser Stelle die Messungen nach Rollet mit.

I. Thiere mit rund-scheibenartigen Blutkörperchen.

	Grösse in Mm.
Hund	0.0073
Katze	0.0065
Kaninchen	0.0069
Schaf	0.0050
Alte Ziege	0.0041
8 tägige Ziege	0.0054
Moschus javanicus	0.0025
Petromyzon mari	0.0150
Ammocoet. branch.	0.0117.

II. Thiere mit elliptischen Blutkörperchen.

	Längendurchm.	Breitedurchm.
Lama	0.0080	0.0040
Alte Taube	0.0147	0.0065
Junge Taube	0.0126	0.0078
Ente	0.0129	0.0080
Huhn	0.0121	0.0072

*) S. im speciellen Theile bei der ausführlichen Behandlung des Blutes und der Blutcirculation.

	Längendurchm.	Breitedurchm.
Rana tempor.	0.0223	0.0157
Rana temp. (trocken) . .	0.0214	0.0156
Triton crist.	0.0293	0.0195
Proteus anguineus (1—2)	0.0582—0.0579	0.0337—0.0356
Acipenser sturio . . .	0.0134	0.0104
Cyprinus alburnus . . .	0.0131	0.0080
Lepidosiren annectens .	0.0410	0.0290.

Nach Riddel besitzt das Amphiuma tridactylum die grössten Blutkörperchen, während die des Moschus javanicus die kleinsten sind. Unter den Säugern hat der Elephant die grössten, nach ihm folgt der Mensch. Nach den Messungen Welcker's entfällt auf die Grösse der menschlichen Blutkörperchen im Mittel 0.00774 Mm. (Minimum 0.00640, Maximum 0.00860.) Der Dickendurchmesser der Blutzelle = 0.00190 Mm.

Nach Brücke müssten etwa 483 Blutzellen von Moschus javanicus nebeneinander gestellt werden, um die Länge eines Millimeters zu erreichen.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Grösse noch anderer Thiere in Millimetern (nach Brücke) *).

	Längendurchm.	Breitendurchm.
Siren lacertina	1/30	1/16
Proteus anguineus	1/44	1/18
Cryptobranchus japon. . . .	1/32	1/19
Siredon pisciformis (Axolotl) .	1/45	1/25
Rana esculenta	1/66	1/45
Elephant. . . . . . , ...	1/108	
Balaena bops	1/122	
Homo (Mensch)	1/126 im Mittel	
Hund	1/139 „	
Ziege	1/253—1/250	
Schaf	1/209	
Pferd	1/181	
Rind	1/180—1/168	
Schwein	1/166	
Phoca vitulina	1/129	

Nach den Messungen von Welker.

I. Thiere mit scheibenförmigen Rundzellen.

Thier	Zahl der gemessen. Zellen	Grösster Durchm. im Mittel und Mm.
Elephant.	20	0.0094
Hund	10	0.0073

*) In der vergleichenden Anatomie und Physiologie von Milne Edwards finden sich die Maasse der Blutkörperchen von mehr als 500 verschiedenen Thieren angeführt.

Thier	Zahl der gemessen. Zellen	Grösster Durchm. im Mittel und Mm.
Kaninchen	20	0.0069
Katze	20	0.0065
Schaf	20	0.0050
Ziege	20	0.0041
Moschus javan. . .	5	0.0025

II. Thiere mit elliptischen Blutzellen.

Thier	Zahl der Messungen	Längen-durchmesser	Quer-durchmesser	Dicken-durchmesser
Lama . . .	20	0.0080	0.0040	0.0016
Taube . . .	20	0.0147	0.0065	0.0025
Rana temp. .	50	0.0223	0.0157	0.0036
Triton crist.	20	0.0293	0.0195	0.0050

Die Grösse der rothen Blutkörperchen wechselt; u. z. werden sie kleiner bei septischem Fieber, Morphingebrauch, Inanition und hohen Temperaturen; hingegen vergrössern sie sich bei Hydrämie des Blutes, Alkoholaufnahme in's Blut, bei Chinin-, Blausäuregenuss und bei akuter Anämie (Manassein).

Das venöse Blut enthält mehr rothe Blutkörperchen, als das arterielle. Der neugeborene Mensch zählt deren mehr, als die Mutter (Panum); Menschen mit kräftiger Körperconstitution besitzen mehr rothe Blutkörperchen als schwächliche, Landbewohner mehr als Städter; ebenso Fleischfresser mehr als Pflanzenfresser. Nach den Beobachtungen und Zählungen Vierordt's verminderte sich die Zahl der Blutkörperchen bei einem im Winterschlaf liegenen Murmelthier in einem Cubikmillimeter Blut von 7 Millionen auf deren 2.

d) Einwirkungen der die rothen Blutkörperchen verändernden Substanzen.

Bei hoher Temperatur, auf Einwirkung des elektrischen Stromes, ebenso bei Gefrierenlassen und Wiederaufthauen wird das Blut lackfärbig. Diess geschieht dadurch, dass auf diese Einwirkungen, ebenso wie auf Wasser das Hämoglobin der Blutkörperchen ausgelaugt wird und dann das Stroma in dem lackfarbenen Auszuge zurückbleibt. Unter dem Mikroskope lässt sich die Entfärbung der Blutzellen vorzüglich zur Ansicht bringen, wenn man das Blut auf mikroskopische Elektroden (elektrische Pole) bringt und den elektrischen Strom durchleitet. Nach den Untersuchungen Rollett's bringt die Entladung einer Leydener Flasche oder aber ein elektrischer Inductionsstrom die in Fig. 4 gezeichneten Veränderungen hintereinander zu Tage. Die Reihenfolge hiebei ist: Das Blutkörperchen (1) erleidet erst Einkerbungen (2), wird dann maulbeerförmig (3), dann stechapfelartig (4), quillt endlich auf (5), um schliesslich farblos (6) zu werden.

Das Hämoglobin der Blutkörperchen wird ferner durch Alkalien, einige Mineralsäuren und durch die Alkalisalze der

Gallensäuren aufgelöst. Alkohol, Tannin, Kreosot, Chromsäure, Höllenstein, Ueberosmiumsäure und auch einige Metallsalze bringen die Blutkörperchen zur Schrumpfung.

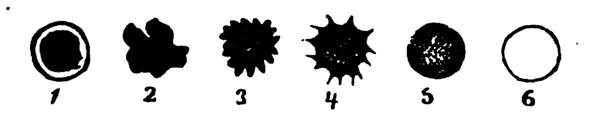


Fig. 4. Veränderungen der rothen Blutkörperchen auf Einwirkung des elektrischen Stromes. Nach Rollett. 1 = normales rothes Blutkörperchen. 2 = Blutkörperchen mit Einkerbungen. 3 = Maulbeer-, 4 = Stechapfelform. 5 = aufgequollenes und lichter gewordenes Blutkörperchen. 6 = gänzlich entfärbtes und blos den Stromacontour zeigendes Blutkörperchen.

Durch Oxygen werden die rothen Blutkörperchen ebenfalls geschrumpft; während Kohlensäure dieselben quellen macht (Harless, Stricker).

Die rothen Blutkörperchen der ausgewachsenen Thiere besitzen die Eigenschaft der autochthonen Gestaltsveränderung nicht*); hingegen hat M. Schultze an den rothen Blutkörperchen sehr junger Hühnerembryonen die aktive Bewegung erwiesen.

e) Zahl der rothen Blutkörperchen.

Die Zahl derselben im Blute ist eine riesige. Nach älteren Zählungen kommen beim Manne auf einen Cmm. 5, beim Weibe 4,5 Millionen im Mittel, welche Werthe nach der Vierordt-Welcker'schen Zählmethode gefunden sind**). Wir theilen folgende Messungsresultate mit:

Vierordt fand:

in 1 Cmm Blut des	Menschen	5,174,000	rothe Blutkörperchen
„ 1 „ „ „	Kaninchen	2,759,000	„ „
„ 1 „ „ „	Hundes	4,612,000	„ „

Welcker zählte:

in 1 Cmm. Blut des	Menschen	4,620,000	rothe Blutkörperchen

Stölzing, nach Welker's Methode, findet:

in 1 Cmm. Blut des	Menschen	4,231,500	rothe Blutkörperchen
„ 1 „ „ „	Rindes	5,073,000	„ „
„ 1 „ „ „	Kaninchen	4,866,000	„ „
„ 1 „ „ „	Huhnes	3,864,000	„ „
„ 1 „ „ „	Hundes	4,984,900	„ „

Die Zahl der Blutzellen ist bei verschiedenen Thieren um so grösser, je kleiner die Blutkörperchen sind, und schwankt

*) Klebs beschreibt eine aktive Formveränderung der rothen Blutkörperchen.

**) Die Zählmethode der Blutkörperchen s. des Verfassers: „Das Mikroskop" etc. Stuttgart. Ferdinand Enke. 1881.

bei Säugethieren zwischen 2—18 Millionen. Die geringste Zahl findet man unter den Säugethieren beim Delphin; die grösste, bis 18 Mill. im Cubikmillimeter in der Ziege und dem Moschusthier. Vögel besitzen deren 1—4 Mill., Knorpelfische 140 bis 230,000; Knochenfische hingegen 700,000 bis 2 Millionen.

Die Zählmethoden von Malassez, wonach in genau calibrirten platten Capillarröhrchen die Zahl der nebeneinander gelegenen Blutkörperchen abgelesen wird; nicht minder die von Thoma, welcher die Zählung in abgemessenen kleinen Glasmulden vollführt, sollen noch genauere Resultate liefern.

B) Farblose Blutkörperchen.

Die weissen Blutkörperchen (Fig. 2, *a* 2) sind kugelig, granulirt, farblos und mit Kernen versehen; eine Zellmembran fehlt, doch ist ein Stroma vorhanden. Ihre Entdeckung im Blute verdankt man Hewson.

Wir unterscheiden nach M. Schultze dreierlei Formen der farblosen Blutkörperchen:

1. Die kleinsten, runden, winziger als die rothen Blutkörperchen; 2. runde von der Grösse rother Blutkörperchen und 3. grosse, mit Protoplasma versehene, welche zugleich lebhaftere amöboide Bewegungen zeigen.

a) Relative und absolute Zahl der farblosen Blutkörperchen.

Nach den Zählungen von Moleschott u. A. kommt auf je 335—357—500 rothe Blutkörperchen ein farbloses. Bei der Annahme von 5,000,000 Blutzellen in einem Cubikmillimeter Blute würde die Zahl der farblosen darin etwa 13—14,000 ausmachen. Die nachfolgende Zusammenstellung nach Landois ergibt das Verhältniss der farblosen zu den rothen Blutkörperchen.

Normale Verhältnisse	Verschiedene Orte	Verschiedene Verhältnisse
Nach Welcker 1 : 335	Vena lienalis 1 : 60 Arterien 1 : 2260	Anzahl wachsend: während der Verdauung, Aderlässen, lang andauernder Eiterung, Wochenbettfieber, Leukämie, auf Chinin, Bitterstoffe.
Nach Moleschott 1 : 357	Vena hepat. 1 : 170 Vena portae 1 : 740	Anzahl schwindend: im Hungerstadium, bei schlechter Ernährung.

Die Anzahl der farblosen Blutkörperchen wächst nach reichlicher Mahlzeit; ist bei Frauen angeblich höher als bei Männern, bei Kindern grösser als bei Erwachsenen (Bouchut und Dubrisay). Sie schwankt aber hinwieder, unter der Einwirkung

mannigfacher Ursachen, ist sogar in den Gefässen verschiedener Organe eine verschiedene. Während also z. B. in der zur Milz ziehenden Arterie die Zahl der rothen Blutkörperchen sich zu den farblosen verhielt wie 1500—2260 : 1; kommt in der Vena lienalis auf 60—70 rothe Blutkörperchen bereits ein farbloses.

Sie bilden sich ausser der Milz noch in den zahlreichen Lymphdrüsen, gewöhnlich in genügender Menge. In krankhaften Zuständen, besonders in der von Virchow und den Engländern zuerst erkannten Leukämie (Leukocythose) kann deren Vermehrung in solchem Maasse erfolgen, dass sie bald ebensoviel, ja manchmal noch mehr im Blute ausmachen, als die rothen Blutkörperchen. Das Blut solcher Menschen bildet dann eine gelblichweisse Flüssigkeit. Diese Erkrankung kommt auch bei den Säugethieren vor (Bollinger). Bei der Zuchtlähme der Pferde ist sie in einzelnen Fällen ebenfalls beobachtet (Thanhoffer).

b) Bewegung der farblosen Blutkörperchen.

Aeusserst merkwürdig und wichtig erscheint die sogenannte amöboide Bewegung der farblosen Blutkörperchen, welche Warthon Jones beim Rochen, Davaine beim Menschen zuerst entdeckte. Zur Ansicht gelangt dieselbe bei frisch entnommenem Blute des Menschen oder der Säuger nur auf dem heizbaren Objecttisch. Zweckdienlich erscheint es dem Präparate etwas Jodserum zuzusetzen. Wir verdanken ferner Recklinghausen eine treffliche Methode, diese Bewegungen, wenn auch in geringem Maasse ohne heizbaren Objecttisch zu beobachten und dann auf letzterem noch eingehender zu verfolgen. Zu diesem Zwecke wird die Hornhaut des Frosches mit Silbernitrat in der Mitte geätzt und des andern Tages (im Winter wohl erst nach zwei Tagen) die vordere Augenkammer mittelst feiner Staarnadel pungirt. Das abfliessende trübe Kammerwasser fängt man an der Stichöffnung mit einem Objectträger auf, gibt ein Deckgläschen darüber und setzt es unter das Mikroskop. Im Sehfelde erscheinen nun unzählige, in Formenveränderung begriffene Eiter- (farblose Blut-) Zellen. Besonders deutlich werden jedoch deren Bewegungen auf dem heizbaren Objecttisch. Da die farblosen Blutkörperchen der Amphibien beträchtlich grösser sind als diejenigen der Säuger, so können die Formveränderungen an denselben auch besser studirt werden; wobei wahrgenommen werden kann, dass sie Fett, Pigmentkörner und andere fremde Substanzen während der Bewegungen in sich aufnehmen (Preyer). Aehnlich wie die Amöben nehmen die farblosen Blutkörperchen die Körnchen der Choroidea, oder melanotischer Geschwülste, ebenso Carmin- oder Zinnoberkörnchen in sich während der amöboiden Be-

wegung auf; wenn diese Substanzen in's Blut oder den Lymphsack des Frosches eingespritzt werden (Cohnheim).

Genannte Formveränderung kommt derart zu Stande, dass sich ein Protoplasmatheil von einer oder auch mehreren Stellen herausstülpt, um später wieder eingezogen zu werden, genau wie bei den Amöben. Dabei besitzen sie auch Locomotion. Fig. 5 zeigt uns die Formveränderungen der in's Kammerwasser des Auges ausgewanderten Zellen nach Aetzung der Cornea mittelst Lapis, 600fach vergrössert unter der Immersionslinse X von Hartnack. Die Zeichnungen bei *A* 1—7 und *a*, *b*, *c*, *d*, *e* in der nachstehenden Figur zeigen die in Intervallen von $^{1}/_{2}$ Minute sich abspielenden Formveränderungen.



Fig. 5. *A*. 1—7 u. *a*, *b*, *c*, *d*, *e* = farblose Blutkörperchen (Eiterzellen aus der mittelst Lapis geätzten Hornhaut des Froschauges in's vordere Kammerwasser des Auges ausgewandert in Formveränderung begriffen. *B*. 1—3. Zellen mit geringer Formveränderung; 4—6. Eiterzellen mit Molekularbewegung, an welchen Form und Ort ändernde farblose Blutkörperchen anhaften; 7 — Wanderzelle mit Choroidealpigment erfüllt, ebenso im Kammerwasser.

Bei *B* 1—7 sehen wir ähnlich behandelte Wanderzellen aus dem Kammerwasser und zwar unter 1—3 mit Veränderungen geringern Grades; die weitern 4, 5 u. 6 weisen formverändernde, jedoch zu granulirten Eiterzellen gelagerte Zellen auf; in letzteren tritt lebhafte Molekularbewegung zu Tage; bei 7 schliesslich erblickt man eine aus der Gefässhaut des Auges herstammende, mit Pigmentkörnchen gefüllte Wanderzelle.

Die Zellen der Warmblüter behalten diese Beweglichkeit bei 35—40 ° C. ziemlich lange, sogar 2—3 Stunden lang; bei 50 ° C. jedoch erstarren sie (Wärmestarre) und sterben ab. Bei Einwirkung des Inductionsstromes ziehen sie — gleich den Amöben —

die Fortsätze ein und wenn der Strom genügend stark gewesen, sterben sie ab; bei schwachen Strömen nehmen sie die Bewegungen nach einiger Zeit wieder auf. Die farblosen Blutkörperchen des Menschen und der Säuger sind etwas grösser als die rothen; hingegen erscheinen die farblosen Blutkörperchen der Amphibien — obzwar sie immer noch grösser sind als die farblosen Blutkörperchen der oben erwähnten Thiere — doch kleiner, als die rothen Blutkörperchen derselben Thierklasse.

Bei Zusatz von Farbstoffen tingiren sich die farblosen Blutkörperchen ebenso wie jede andere protoplasmatische Substanz.

Die Lymph- und nach neueren Untersuchungen auch die Eiterzellen sind eigentlich farblose Blutkörperchen*).

Ausser den Lymph- und farblosen Blutkörperchen enthält das Blut noch ausserdem die sogen. Elementarkörnchen. Diese sind entweder abgekrümelte Zellprotoplasmakörner oder Eiweissmolekeln, oft auch Fetttröpfchen. Letztere finden sich nach reichlicher Fettnahrung insbesondere zahlreich im Blute. Die Schleimzellen (-Körperchen) [Fig. 2. *b*], welche im Secrete der Mundhöhle und den Drüsen des Verdauungstraktes gefunden werden, sind mit den farblosen Blutkörperchen verglichen etwas grössere, grosskernige und lebhafte Molekularbewegung besitzende (Brücke), Protoplasmagranulation zeigende Gebilde.

Ausser den rothen und den vielgestaltigen farblosen Blutkörperchen und den oben erwähnten Körnchentrümmern sind im Blute von Mehreren noch andere Körperchen beschrieben worden. So meinte Lostorfer im Blute Syphilitischer die sogenannten Syphiliskörperchen gefunden zu haben; Donné besondere Kügelchen (Bioplasmakörnchen); Beale und Zimmermann die nach ihnen benannten besonderen Körperchen. Am correctesten beschreibt Schultze diese Körperchen, die er als farblose Kügelchen und solche, die er als Körnchen-Conglomerate im Blute fand. Sie sind winzige Gebilde von 1—2 μ (= Mikrom = Mikromillimeter = 0.001 Mm.) Durchmesser, aus deren Rande manchmal radiäre Streifen auswachsen, sie besitzen jedoch keine amöboide Bewegung. Schultze empfiehlt für dieselben die Benennung „Körnchengebilde".

Riess constatirte die Vermehrung dieser Körnchengebilde in acuten (Scharlach, Bauchtyphus), aber auch in chronischen Krankheiten (Chlorosis, Leukämie, Nierenerkrankung, vorgeschrittene Pthysis, Herzfehler, Diabetes u. s. w.); er, als auch Schmidt leiten sie aus den farblosen Blutkörperchen her. Laptschinszky fand sie nur in fieberhaften Erkrankungen vor. Osler und Schäfer lassen sie von Bakterien abstammen. Ranvier unterscheidet

---

*) Böttcher und dessen Schüler treten dieser Anschauung auf das Entschiedenste entgegen und bekennen sich zu dem von Virchow längst aufgestellten Satze; wonach die Eiterzellen infolge Proliferation der Bindegewebszellen (Kern- und Protoplasma-Theilung, ja sogar Vermehrung durch Knospung) entstünden. Andere Forscher und auch Verfasser, sind geneigt, beide Arten des Entstehens zu acceptiren. Es wird ferner angenommen, dass die im Mundschleime vorfindlichen sogenannten Schleimkörperchen blos ausgewanderte farblose Blutkörperchen seien; wenngleich im ersten Momente zwischen ihnen und den farblosen Blutkörperchen eine grössere Differenz — insonders bezüglich des Kernes — obzuwalten scheint.

zweierlei Körnchengebilde. Nach seinen Angaben geben sie Fibrinäste ab und sind die Ueberbleibsel von rothen und farblosen Blutkörperchen. Nach Vulpian soll die eine Art amöboide Bewegungen auslösen und mit den farblosen Blutkörperchen verwandt, die andern hingegen in Haufen conglomerirt sein und keine Beweglichkeit besitzen. Hayem (1877—78) beschrieb sie und tingirte dieselben. Der von Mantegazza in den Blutgefässen beschriebene sogenannte weisse Thrombus besteht aus farblosen Blutkörperchen und eben solchen Gebilden.

Die Untersuchungen Bizzozero's sind wohl auf diesem Gebiete die neuesten (1882) und nennt er die blassen, im Vergleiche mit den rothen Blutkörperchen kleineren, Scheiben oder eigentlich Plättchen „Blutplättchen", die er nicht nur in frisch entnommenem, sondern auch unter dem Mikroskope im kreisenden Blute der Gefässe gesehen zu haben angibt. Nach ihm beginnt an diesen die Gerinnung des Blutes, und sollen diese Gebilde die Ausscheidung des Faserstoffes eigentlich bedingen. Die Bluttplättchen der Säuger würden nach *B.* aus kernhaltigen rothen Blutkörperchen bestehen. Vögel, Reptilien und andere niedrige Thierklassen haben keine Blutplättchen; aber dafür andere analoge Formelemente. Hayem fand im Blute den farblosen Blutkörperchen ähnliche Formationen, von denen er meinte, dass sie in rothe Blutkörperchen übergehende Zellen seien, wesshalb er sie Hämatoblasten nannte. Neuester Zeit hält Hlava die „Blutplättchen" mit den „Hämatoblasten" für identisch; und obschon er am Schlusse seiner Abhandlung dafür eintritt, dass die Blutplättchen (Bizzozero) Derivate der farblosen Blutzellen sind, auch sollen sie doch nicht die Gerinnung bedingen, obschon er den Beweis anzutreten versucht, dass die Gerinnung von den farblosen Blutzellen herrührt.

Das Blut ist farblos beim letzten der Wirbelthiere, dem mit embryonalem Rückgratstrange (Chorda dorsalis) versehenen Lanzettthierchen (Amphioxus lanceolatus). Im Allgemeinen haben die Wirbellosen farbloses Blut mit ungefärbten Zellen. Bei manchen Egeln, einigen Nemertiden und Mollusken ist das Blut roth gefärbt; die Zellen darin sind jedoch farblos. Braunes, violettes, rothes und grünfärbiges Blutserum, immerhin jedoch farblose Blutkörperchen haben die meisten Mollusken. Die Cephalopoden und einige Krebse haben blaues, durch darin befindliches Hämocyanin*) gefärbtes Blut. (Bert, Frederige, Krukenberg.) Das Blut der Flussmuschel (Unio pictorum) ist blassblau, während das der Teichmuschel (Anodonta cygnea) farblos ist. Raupen haben oft gefärbtes, Schmetterlinge farbloses Blut. Rothes Blut findet man bei den Würmern: Dujardinia und dem Sipunculus; unter den Weichthieren: bei der Phallusia arca und der Planorbis. Viele Orthopteren und Raupen haben grünes; die Raupe von Cossus ligniperda in Tropfen orangefarbenes Blut: das der Seidenraupe ist gelblich; hingegen bei den Coleopteren findet man es zumeist gelb oder grün.

II. Gruppe.

I. Epithelialgebilde.

Hieher gehören:

a) das Platten- und das verwandte Pflaster-;
b) das regelmässig polygonale Platten-;
c) das Stachel- oder Riff-;
d) das polyedrische Pigment-;

---

*) Es ist übrigens nach unserer Ansicht noch keineswegs erwiesen, dass das Hämocyanin und das sogenannte Hämocruorin mit dem Hämoglobin gleichwerthig wären.

e) das cylindrische;
f) das flimmernde cylindrische; und
g) das flimmernde Plattenepithel.

a) Platten- und Pflasterepithel.

Das Plattenepithel findet sich in der Oberhaut und deren Anhängen, nicht minder in einigen Drüsen und an einzelnen Stellen der Schleimhäute vor.

Bei jedem dieser Gewebe erscheinen die Zellen nebeneinander gelagert und durch wenig Kittsubstanz verbunden. Die obersten Schichten der Oberhaut (Epidermis) verhornen gewöhnlich, haben keinen Kern und sind stark abgeplattet; letzteren Befund zeigen die Plattenzellen der Schleimhäute blos in geringerem Maasse. An den Schleimhäuten findet sich ferner eine eigenthümliche Art der Plattenepithelien, das sogen. Pflasterepithel (Fig. 6) als grosse, platte, homogene Zellkörper, mit 1—2 Kernen versehen. Einzelne derselben, besonders die an der Oberfläche der Mundschleimhaut befindlichen (*a*) bieten fettigen Zerfall dar.

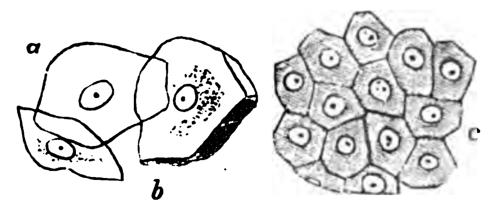


Fig. 6. *a* = Plattenepithel im Speichel von der Wangenschleimhaut des Menschen von oben gesehen; *b* = von oben und seitlich betrachtet; *c* = Pflasterepithel von der abgeschuppten Froschhaut.

Die sich abschilfernden linearen Gebilde des Nagels und der Haare sind übrigens blos verhornte und sehr stark geschrumpfte Epithelialzellen.

Abgeschabtes von Nägeln in Kali- oder Natronlauge geweicht und dann untersucht zeigt geschwelltes Plattenepithelium. Haare mit verdünnter oder concentrirter Schwefelsäure versetzt und nach mehreren — bis 24 — Stunden gut abgewaschen und mit Glycerin unter das Mikroskop gebracht, zeigen eine Auffaserung der Ränder, und deren einzelne Blättchen die abgelösten und gequollenen Epithelialformen. Dasselbe Bild erhalten wir, wenn Hufe oder Thiernägel, oder aber die Hornschichte des Vormagens (Rumen) der Wiederkäuer, in Schwefelsäure oder Königswasser geweicht und dann zerfasert werden.

Die Plattenepithelien finden sich in der Haut, den Schleimhäuten und den adnexen Organen*) der Haut. Als innere Epithelien (Endothel) stellen sie die innerste Schichte der kleinen Blutgefässe, ferner die Zellmembran der Blut- und Lymphcapillaren, schliesslich die Zellauskleidung der Lymphräume dar.

---

*) Die in der Haut befindlichen Haare, Borsten, Stacheln, Wolle, die Hufe und Nägel bestehen sämmtlich aus dieser Zellenart.

b) Platten und regulär polygonale Epithelien.

Sie finden sich in der obersten Schichte der sogen. Descemet'schen Haut des Menschen und der Thiere, als auch in der durchsichtigen Epithelschichte der Linsenkapsel. Diese Zellen sind regulär polygonal sechseckig, glashell und kaum granulirt und enthalten einen lichten, runden Kern. (S. Fig. 7, *b*.)

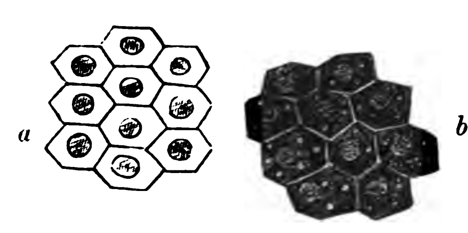


Fig. 7. *a* = polygonale Pigmentzellen aus der Pigmentschichte der Netzhaut vom Kalbe in Humor aqueus bei 320. Vergr.; *b* = regulär polygonale lichte Zellen aus der Linsenkapsel vom Frosch in Humor aqueus, Vergr. 320.

c) Platte polygonale Pigmentepithelien.

Deren Zellen sind gleichfalls regulär sechseckig, mit grossem, rundlichem Kerne versehen, und ihr Zellleib mit schwarzen sogen. Melaninpigmentkörnchen erfüllt (Fig. 7, *a*). In den meisten Fällen ist der — durch das Pigment verhüllte — Kern unsichtbar. Wird die Zelle jedoch durch Druck gesprengt, oder die Zellmembran durch Kalilauge aufgelöst, so entleeren sich die Pigmentkörner nach aussen und der Kern wird temporär sichtbar. Ausser dem Kerne finden sich in der Mehrzahl der Zellen noch einige glänzende gelbe Kügelchen, die man allgemein als gefärbte Fetttröpfchen anzunehmen geneigt ist.

Die freigewordenen Pigmentkörner sind kleinste kristallinische solide Gebilde (Frisch), an welchen man die von Brown beschriebene sogen. „Molekularbewegung" vorzüglich wahrnehmen kann*).

Derartige, mit der Choroidea verbundene und embryologisch zur Retina gehörende Pigmentzellen (sogen. Rasenzellen) senden zwischen die lichtempfindlichen Elemente der Retina feine, lange und gleichfalls pigmenthaltige Fortsätze aus.

Diese Pigmentzellen trifft man an der Choroidea (eigentlich an der der Choroidea zugewendeten Seite der Netzhaut), an

*) Die Brown'sche Molekularbewegung, deren wir beim Blute Erwähnung thaten, ist für die farblosen Blut-, Eiter- und Lymphkörperchen constatirt (Recklinghausen u. A.). Ebenso für die Schleimkörperchen (Brücke) wie nicht minder für die Chyluskörnchen und andere kleine Gebilde. So steht dieselbe auch für die Otolithen (Gehörsteinchen) und für die winzigen Kalkkristalle der an den Rückenmarkswurzeln, in der Brust- und Bauchhöhle, und zu beiden Seiten der Wirbelsäule befindlichen milchartigen Kügelchen des Frosches fest. Der Grund der Bewegung ist mit Sicherheit bisher noch nicht ermittelt.

der hintern Fläche der Iris und den Processus ciliares des Auges an.

d) Platte Stachel- (gezähnte) oder Riffepithelien.

Die von Schultze entdeckten sogen. Stachel- oder Riffzellen sind flach, am Rande gezähnt (Fig. 8, *b*) und zeigt deren Zellprotoplasma vom Kerne ausgehend bis zu den zackigen Rändern hin eine radiäre Streifung (*d*). In der Epidermis der Haut, besonders derjenigen der Hand- und Fingerhaut des Kindes, ferner an Epithelialgeschwülsten findet man diese Zellen in besonders schöner Ausbildung. Ranvier behauptet von den in der Haut befindlichen Riffzellen, dass deren Stacheln eigentlich ineinander geschobene Protoplasmafortsätze seien (Fig. 8, *c*), die zwischen diesen Fortsätzen sich erstreckenden Räume aber mit Flüssigkeit gefüllte Safträume (*c*), welche in die Saftkanälchen des subepidermoidalen Bindegewebes einmünden. Der verdienstvolle franz. Forscher geht neuestens auf Grund seiner Untersuchungen noch weiter. Er constatirte, dass der Zellkörper dieser Epidermiszellen nur ein Knäuelgefüge von faserigen Fäden sei, und dass einzelne dieser Fasern in den Knäuel der Nachbarzelle übertreten. Nach ihm würden diese Fasern eigentlich die verbindenden Riffe bilden.

Man findet sie ferner in den Mittelschichten der vorderen Epithelauskleidung der Sklera, und ist neuerer Zeit ihr Vorkommen in der Descemet'schen Haut einiger Thiere constatirt (Thanhoffer).

Fig. 8. Riffzellen; *a* = aus der Haut; *b* = aus der Endothelschichte der Descemet'schen Haut mit Silber imprägnirt; *c* = aus der mit Ueberosmiumsäure behandelten Haut des Menschen nach Ranvier schematisch; *d* = Endothel der Descemetschen Membran des Gimpels. Hämatoxylinpräparat. Vergr. sämmtlich 350.

In einigen Fällen entbehren die Zellenränder der Stacheln, haben aber dann — wie aus der obenstehenden Figur bei *d* (aus der Descemet'schen Haut des Gimpels) ersichtlich ist, radiäre Streifenanordnung vom Zellkerne aus.

e) Cylinderepithel.

Die cylinderförmigen Epithelzellen kleiden das Innere der Organhöhlen aus. Gegen das Lumen der Organe hin besitzen sie einen freien Rand (Basis), während sie auf der entgegengesetzten Seite oft mit spitzen Enden in das darunter liegende Gewebe einsetzen oder mit Bindegewebskörperchen in Verbindung stehen (Fig. 9, *b*).

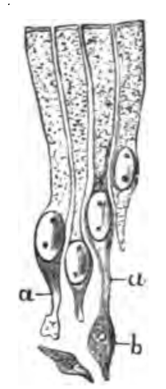


Fig. 9. Cylinderepithelzellen aus dem Dünndarm des Frosches. Vergr. 350. *a* = Zelle mit Fortsatz; *b* = mit einem Bindegewebskörperchen in Verbindung.

Ihr Leib besteht gemeiniglich aus fein granulirtem Protoplasma, in welches ein bläschenartiger länglicher homogener Kern eingebettet ist, welcher wieder 1 bis 2 dunkelglänzende Kerne enthält.

Dem Verdauungskanal entlang, vom Magen abwärts finden wir überall Cylinderepithelium. Dieses weist aber, der Annahme der meisten Forscher gemäss, im Dünndarme (nach Kölliker und Funke) einen glänzenden Zellsaum auf, der hinwieder das Deckelprofil der Zelle vorstellt, wenn man die Zelle seitlich betrachtet. Es soll dieser Zelldeckel ähnlich wie ein Pfeifendeckel mit feinen Kanälchen durchlöchert sein, durch welche die emulgirten Fetttröpfchen aus dem Darmkanal während der Aufsaugung in die Zelle gelangen.

Andere Forscher erklären den Zellensaum auf andere Weise. So haben Brettauer und Steinach (Schüler von Brücke) nachgewiesen, dass bei Lebenden dieser Deckel mangelt, dafür aber aus der Zelle stäbchenförmige Protoplasmafortsätze (s. Fig. 10 *n*) auslaufen,

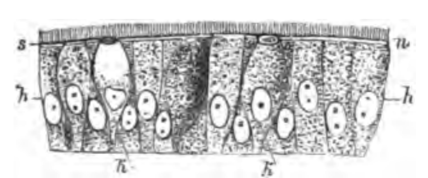


Fig. 10. *h* = saumbedeckte (*s*) und mit stäbchenartigen Protoplasmafortsätzen versehene Cylinderzellen des Dünndarmes. *k* = Kelchzellen des Dünndarmes.

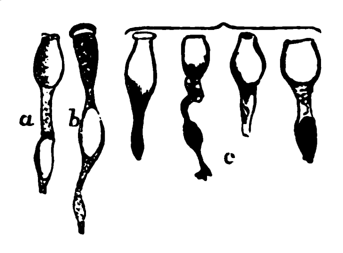


Fig. 11. Verschiedene Formen von Becherzellen (*a*, *c*) und deren Entstehung aus Cylinderzellen. Aus dem Dünndarme des Frosches nach Ueberosmiumsäurebehandlung in Glycerin isolirt. *b* = Cylinderzelle Vergr. 350.

zwischen denen die Fetttröpfchen eindringen. (Heidenhain, Friedreich, Balogh, Thanhoffer, Gelei, Fortunatow, Edinger, Landois, Kollmann u. A.)

Einzelne Forscher konnten auch die Bewegungen dieser

Fortsätze wahrnehmen (so Thanhoffer, Gelei). Endlich gelang es Thanhoffer während der Action des Protoplasma bei der Fettaufsaugung, die Bewegungen der Fetttröpfchen bis in die Zelle hinein zu verfolgen.

Zwischen diesen Cylinderepithelien finden sich auch sogen. Kelch- oder Becherzellen eingestreut (s. Fig. 10 *k* und Fig. 11 *a—c*). Ihre Funktion ist bis heute unaufgeklärt. Sie werden von einigen als unicellulare schleimproducirende Drüsengebilde, von Anderen als Derivate der Epithelzellen, schliesslich auch für Kunstproducte ausgesprochen.

f) Flimmerndes Cylinderepithel.

Das oben von den Cylinderepithelien Gesagte erstreckt sich im Grossen und Ganzen auch auf die Flimmer- (Epithel-) Zellen, mit der Ausnahme, dass letztere ausser einem feinen Zellsaume kürzere oder längere aus dem Protoplasma herkommende und im Leben stetig vibrirende sogen. Flimmerhaare besitzen (Fig. 12). Wir verdanken die genauere Kenntniss dieser Zellen unter den älteren Forschern Purkinje und Valentin, unter den neueren Virchow und Engelmann.

Die Protoplasmafortsatzbewegungen dieser Zellen können nur an Organen der Kaltblüter mit Erfolg studirt werden, da die Flimmerbewegung bei den Warmblütern schon häufig unter der Präparation aufhört.

An abgeschabter Gaumenschleimhaut des Frosches (Fig. 12 *A*, *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*) oder an einem mittelst Hohlscheere abgekappten und zerzupften Lungen- oder Oesophagusstückchen dieses Thieres kann man die Flimmerbewegung vorzüglich zur Ansicht bringen, zu welchem Zwecke sich die Lunge des Laubfrosches (Hyla arborea) sehr empfiehlt. Riesige Flimmerfortsätze enthalten die den Mantel der Muschel deckenden Zellen (Fig. 12, *B*, *cs*); welche zur Demonstration insbesondere geeignet erscheinen.

Ausser den mit Flimmerhaaren besetzten Zellen enthält der Organismus noch grössere und kleinere Zellgebilde, welche gleichfalls — wenn auch mit sich langsam bewegenden — Haaren versehen sind. Hieher gehören die Granulationskörperchen auf dem Mantel der Muscheln mit flimmernden langen Haaren (Fig. 12 *B*, *b* und *sz*).

Gehör-, Riech- und Geschmacksorgane sind ebenfalls mit theils beweglichen, theils unbeweglichen derartigen mit Fortsätzen ausgestatteten Zellen (Haarzellen) versehen.

Es empfiehlt sich als zweckdienlich bei Warmblütern die Zotten des Plexus chorioideus des Gehirnes auf diese Zellen zu untersuchen, besonders schön gestaltet sind sie am Pl. chorioideus des Puters (Truthahn, Meleagris gallopavo) zu finden.

Die Zotten ähneln denjenigen des Dünndarmes und sind die Bewegungen der Flimmerfortsätze relativ lange zu beobachten.
Kohlensäure inhibirt, Oxygen hingegen gestaltet die Be-

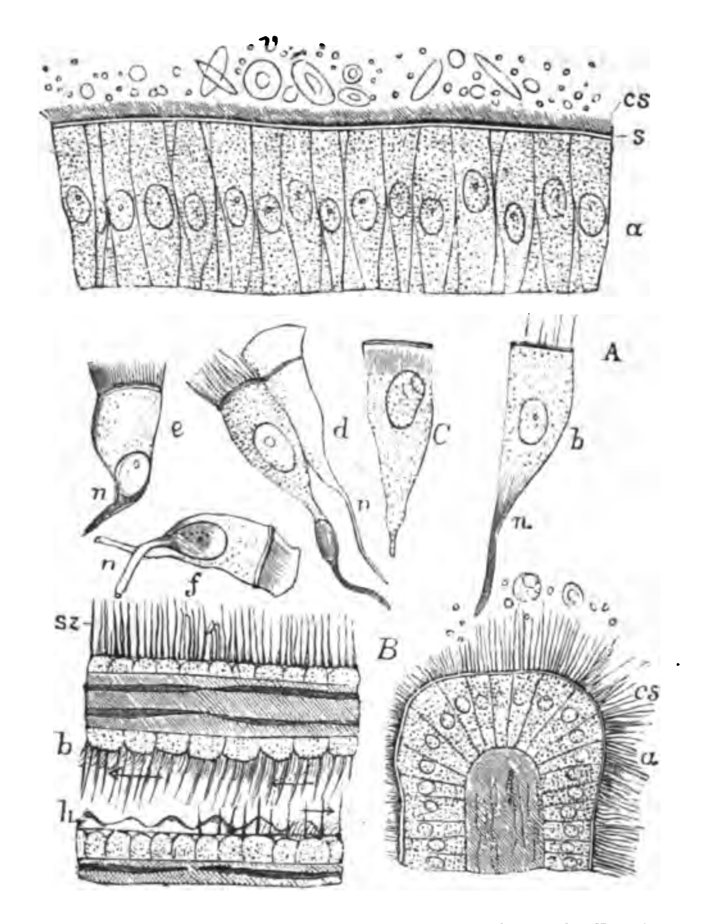


Fig 12. Flimmerepithelzellen: *A, a* = aus dem Oesophagus des Frosches, Flimmerhaare (*cs*) in Bewegung; *s* = mit dauerndem glänzendem Saume: *A, a, b, c, d, f* = isolirt und mit Immersion X. Hartnack; frisch untersucht; *B, a* = zottige Erhabenheit aus dem Mantel der Teichmuschel mit lebhaft flimmernden Haaren (*cs*) versehene Zellen.; *B, b* = langsam vibrirende Zellen aus der Mantelfalte der Teichmuschel, darunter rasch flimmernde Haare. Der Pfeil deutet die Richtung der Flimmerbewegung an. Die Figuren bei *B* sämmtlich bei 320-facher Vergrösserung.

wegung der Fortsätze lebhafter (Engelmann), die Wärme beschleunigt dieselbe bis zu einem gewissen Grade; bei Gerinnung des Protoplasma sistirt dieselbe gänzlich. Abkühlung vermindert und bringt die Bewegung schliesslich zu gänzlichem Stillstande.

Ranvier baute eine kleine Mühle, mittelst welcher er (in seiner, der Pariser Akademie vorgelegten Abhandlung) die Einflüsse dieser Factoren auf die Flimmerzellen feststellte, und versinnlichte diese Bewegungen graphisch durch das sogen. Cyliograph. Vor ihm hat Calliburcès einen ähnlichen aber complicirteren Apparat ersonnen, nach ihm construirte ein mit Chronograph verbundenes zweckdienliches derartiges Instrument Engelmann.

Virchow haben wir die schöne Beobachtung zu verdanken, wonach schwache Kalilauge die Flimmerbewegung auf's Neue anfacht. Im Allgemeinen wird die Bewegung durch Alkalien belebt, durch Säuren sistirt. Doch können wir, auf unsere Erfahrungen gestützt, bemerken, dass während durch starke Laugenlösungen die Flimmerbewegung gänzlich aufgehoben wird, dieselbe in schwacher Essigsäure eine Zeitlang unverändert bleibt. Wasser beeinträchtigt die Bewegungen nicht, doch hören darin dieselben in dem Maasse auf, als das Zellprotoplasma und somit auch die Fortsätze durch dasselbe ausgelaugt werden.

Merkwürdig bleibt noch der Umstand, dass rothes Anilin (Fuchsin) die Flimmerhaare während ihrer Bewegung tingirt, ohne dass dieses Reagens dieselbe beeinflussen würde.

g) Flimmerndes Plattenepithel.

Die Plexus chorioidei werden an einzelnen Stellen von grossen platten Zellen bedeckt, an deren einem freien Rande lange Flimmerhaare aufsitzen.

II. Das Drüsengewebe.

Zu den Attributen des Drüsengewebes gehört: eine structurlose oder mit besonderer Structur versehene eigentliche Drüsenmembran (membrana propria), welche die nach einer besondern Anordnung aneinander gereihten Drüsenzellen umgibt. Ausserdem gehören dazu die zum Leben und Function der Drüse unerlässlichen und die Drüsensubstanz zusammenhaltenden, im Bindegewebe verlaufenden Gefässe und Nerven. Wir theilen die Drüsen ihrer Gestalt nach ein, in: a) tubulöse, 2) acinöse und 3) traubige*) (racemöse). Die Speicheldrüsen ermangeln angeblich einer structurlosen Membran, ihre Wandungen werden durch Bindegewebe und ein sternförmig bindegewebsartiges Netzwerk dargestellt, während die übrigen sich durch das Vor-

*) Man überzeugt sich neuerer Zeit immer mehr, dass die traubigen Drüsen mehr minder tubulo-racemöse oder acino-racemöse, als rein traubige sind.

handensein einer glashellen, kernhaltigen, doch structurlosen Drüsenmembran auszeichnen. Die eigentliche Drüsenmembran ist innen entweder durch gleichartige oder zweierlei, in manchen Drüsen sogar durch dreierlei Zellen ausgekleidet. Ein Theil dieser Auskleidung ist berufen, das Drüsensecret zu liefern. (Näheres über die Drüsen bei den einzelnen Organen.)

III. Das glatte Muskelgewebe.

Der Mensch und die Thiere besitzen zweierlei Arten von Muskelgewebe. Die eine Art erledigt, von dem Willen des Menschen oder Thieres unabhängig die Bewegungen der sogen. vegetativen Organe und wird desshalb unwillkürliches oder vegetatives Muskelgewebe, und weil deren Zellkörper aus homogener Substanz bestehen, auch glatte Muskelfaser genannt. Die andere Art contrahirt sich in Abhängigkeit von unserem Willen und heisst man deren Elemente desshalb willkürliche oder animale, ihrer Querstreifung wegen auch quergestreifte Muskeln. Letztere bewirken die Bewegungen des Skelettes und sollen in einem besondern Abschnitte abgehandelt werden.

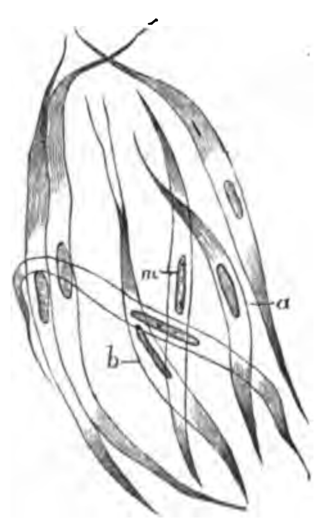


Fig. 13. Glatte Muskelfasern aus dem Vormagen des Rindes, in Königswasser isolirt, mit Carmin tingirt und in Glycerin untersucht. Vergr. 250. *a* = Muskelzelle; *b* = dichotomisch verzweigendes Ende einer Muskelzelle; *m* = Kern.

Das glatte Muskelgewebe wird durch nebeneinander gelagerte und mit wenig Kittsubstanz verbundene glatte Muskelzellen dargestellt. Sie sind 1847 von Kölliker entdeckt und als contratile Faserzellen beschrieben worden (Fig. 13). An beiden Enden laufen sie spindelförmig aus, doch kommen manchmal Theilungen der Spitzen vor (*b*), zwei-, drei- oft auch mehrfach.

Durch Behandlung mit Königswasser gelang es in dem Institute des Verfassers, die Enden der Blutigelmuskelzellen als baumförmig verzweigt darzustellen.

Ihr Zellleib (*a*) wird von einer homogenen, durchsichtigen, manchmal sehr fein granulirten Substanz gebildet, welche auf Säurezusatz oder andere chemische Reagentien sich trübt und dann grob granulirt wird. Bei fettiger Degeneration werden sie von Fettkörnchen erfüllt.

Charakteristisch für dieselben ist ihr Kern (*m*), welcher in dieser Form sonst in keinem Organe des Körpers vorkommt; stäbchenförmig und lang gestaltet ist; dabei erscheint er homogen, dunkel glänzend und nach Valentin's Untersuchungen positiv doppelbrechend. (Ueber Doppelbrechung *s.* bei den optischen Eigenschaften der Gewebe.) Der Zellkern enthält einen, zwei oft auch drei Kernkörperchen. Dieses liegt, wenn es allein vorhanden ist, in der Mitte des Kernes; bei zweien nimmt jedes die Enden ein, während bei dreien derselben je eines an der Spitze, das dritte in der Mitte des Kernes Platz nimmt. Essigsäure macht den Kern trüb und granulirt. In der Regel hat jede Zelle blos einen Kern, doch finden sich auch zwei (Schwalbe), theils neben-, theils übereinander gelagert. Auf carminsaures Ammoniak oder öfters nach dem Absterben, zeigt sowohl Zellinhalt als Kern leichte Querstreifung. Wir fassen diess, zugleich mit Andern als postmortale Erscheinung auf*).

Erwähnenswerth ist ferner, dass die Herzmuskulatur der niedrigen Wirbelthiere (Weismann), die Muskel der Aortenwurzel von Proteus und Salamandra, endlich die vegetativen Muskelzellen des Darmtractus der Käfer und Krebse quergestreift sind. Das Herz der höher organisirten Thiere und des Menschen, das sich unwillkürlich contrahirt; können wir auch als vegetative, doch quergestreifte Muskelsubstanz ansprechen (s. das Herz im speciellen Theile der Physiologie).

Das glatte Muskelgewebe ist im Organismus sehr verbreitet. Es findet sich: unter sämmtlichen Schleimhäuten des Verdauungskanales als sogen. Muscularis mucosae, in der Trachea und nach neueren Angaben auch in der Wandung der Lungenbläschen (Rindfleisch, Hirschmann, Piso, Borne, Afanasieff); an den feinsten Bronchialästen als besondere Schliessmuskeln (Sphincteren) bis zum Lungenhylus sich erstreckend (Rindfleisch); an den Haarbälgen, Schweiss- und Talgdrüsen; um die Drüsen des Verdauungstraktes; an der Tunica dartos des Hodensackes, an den Brustwarzen, der Milz, der Wandung der Gallenblase, der Harnblase, im Uterus, den Nieren, Nierenbecken, Ureteren, Urethra, den Samenkanälchen und Hodenkanälchen, den Samenbläschen, der Prostata, den Cowper'schen Drüsen, den Schwellkörpern, in den Wandungen der Arterien, Venen und Lymphgefässe, den Ovarien, Tuben, den runden (Kölliker) und breiten (Luschka) Mutterbändern, der Lymphdrüsenkapsel, dem verengernden und erweiternden Muskel der Iris, der Choroidea, den Ciliarmuskeln und Augendeckeln. Sonach in fast allen Organen.

---

*) Von dieser Erscheinung abgesehen führten die an den Zellen stellenweise auftretenden, lichten Querstreifen Krause zu der Annahme, dass er deren Zellenaufbau mit dem der quergestreiften Muskelröhren für conform hält. In letztern ist wohl die dunklere Querstreifung (anisotroper Streif) doppelt brechend, die lichtere (isotroper Streif) blos einfach strahlenbrechend. Dasselbe vindicirt Krause den glatten Muskelfasern, was aber bisher noch nicht weiter constatirt ist.

Nervenendigung der glatten Muskelfasern.

Die Arbeiten über die Nervenendigung in den glatten Muskelfasern sind noch nicht abgeschlossen. Für die glatten Muskelfaserschichten diverser Organe ist es angenommen, dass sich der Nerv in denselben verzweigt, ein Netzwerk bildet, dessen feinere Aestchen zu den Muskelzellen hinziehen, ja sogar nach Arnold mit deren Kernkörperchen zusammenhängen. Frankenhäuser verlegt die Nervenendigung ebenfalls in die Kernkörperchen, andere verfolgten deren Verlauf nur bis in die Intercellularsubstanz, oder bis zur Zelle selbst. Den innigen Zusammenhang zwischen Muskelzelle und Nervenfaser betonte schon früher Klebs. — Die Untersuchungen von Elischer ergaben, dass die Nerven nicht netzförmig, sondern als kleine Knöspchen, mit Kernkörperchen nicht zu verwechseln, direct im Muskelkerne endigen.

Nach den neuesten Beobachtungen von Lustig würde der Nerv mit dem Protoplasmagürtel des Kernes der Muskelzelle in Verbindung treten.

IV. Das Linsengewebe.

Die Kristalllinse ist aus Fasern, den sogen. Linsenfasern zusammengesetzt, welche lange, glänzende, durchsichtige, ein oft auch zwei Kerne besitzende Bänder darstellen. Wir entnehmen denselben eine feine, aus Keratin gebildete Membran, in der ein lichtbrechender, eiweissartiger Stoff (Globulin) enthalten ist (Fig. 14). Die einzelnen Fasern lagern parallel nebeneinander und sind durch wenig Kittsubstanz zusammengehalten. Der Kern (*a*) nimmt bei einigen Fasern in der Mitte Platz; Reagentien, insonders carmins. Ammoniak bewirken eine Auszackung der Fasern (*c*), welche mit den Nachbarfasern durch diese gezähnte Anordnung fester aneinander gefügt erscheinen. Manchmal gelingt es, an den Linsenfasern eine zarte Querstreifung zu entdecken, welcher Umstand den Schluss gerechtfertigt erscheinen lässt, als ob die Linsenfasern aus auf-

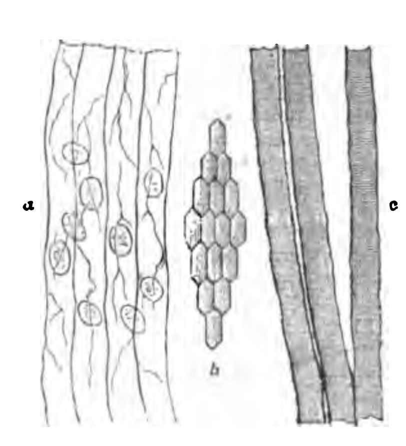


Fig. 14. Linsenfasern. *a* = aus der Linse eines dreimonatlichen menschlichen Embryo mit Kernen; *b* = schematische Darstellung eines Querschnittes der Linsenfasern; *c* = Linsenfasern aus der Linse des Kalbes mit Königswasser behandelt.

einander gesetzten prismatischen Lamellen zusammengesetzt würden, was übrigens als postmortale Erscheinung gedeutet werden kann.

Im Querschnitte zeigen diese Fasern ein längliches sechseckiges Mosaik (b), woraus erhellt, dass die Fasern eigentlich polygonale prismatische Säulen darstellen. Sie entstehen aus nebeneinander belegenen Cylinderzellen.

V. Das Schmelzgewebe.

Das Schmelz- (Email-) Gewebe der Zähne entstammt gleichfalls aus nebeneinander gelagerten Cylinderepithelzellen. Die Elemente derselben sind die sogen. Schmelzprismen oder Fasern, welche die Krone der Zähne bedecken. Sie sind äusserst hart und mit Kittsubstanz aneinander geheftet und werden von dem sogen. Schmelzhäutchen, einer ausnehmend starken und gegen Reagentien widerstandsfähigen Membran bedeckt. Die Schmelzsubstanz zerfällt durch Einlegen in schwache Salzsäure (1 : 1000) in die einzelnen Prismen, die dann das nebenstehende Bild darbieten (Fig. 15 *A*).

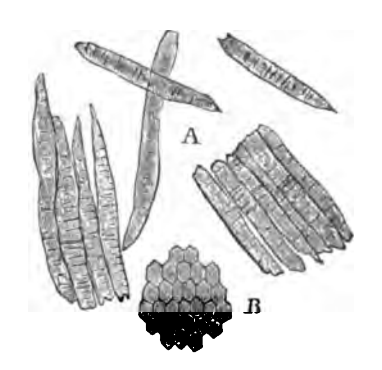


Fig. 15. *A* = Schmelzprismen aus dem Katzenzahn, nach Erweichung in Salzsäure zerfasert und in Glycerin untersucht. Präparat von Dr. Árkövy. *B* = schematischer Querschnitt der Schmelzprismen.

An den isolirten Schmelzprismen bemerkt man eine dunkle Querstreifung, welche von einigen Forschern aus der schichtenweisen Verkalkung und daraus resultirenden Differenz des Härte- und Brechungsindex hergeleitet wird (Hannover, Herz). Andere erblicken darin nur eine durch die wellenförmige Oberfläche der einzelnen Schmelzprismen bedingte Interferenzerscheinung.

An Querschnitten und noch besser an Querschliffen zeigen die Schmelzprismen ein den Linsenfasern ähnliches, aber kurzseitig sechseckiges Mosaik, was der Natur sechseckiger Prismen entspricht.

Die Schmelzprismen sind doppelbrechend (Hoppe, Valentin).

III. Gruppe.

a) Blut- und Lymphcapillargefässe*).

Ueber die zwischen Arterien und Venen eingeschalteten Capillargefässe war längster Zeit die Ansicht verbreitet, dass sie feine kurze Röhren mit structurlosen Membranwandungen darstellen. Auf Grund der Untersuchungen Auerbach's, Hoyer's, Eberth's u. A. wissen wir nunmehr, dass sie aus Zellmembranen zusammengesetzt sind. Wir schöpfen diese Ueberzeugung, wenn wir die Blutgefässe eines Organes (am besten die Lungen des Frosches) mit Silbernitratlösung injiciren, oder die Organe (zweckdienlich hiefür ist die Lunge von Hyla arborea) in bekannter Weise mit Silber imprägniren. Wir sehen hiebei (s. Fig. 16) an den Wandungen des capillaren (*h*) Netzes feine schwarze Contouren auftreten, welche das Bild von Plattenepithel darstellen. In jeder so contourirten Fläche befindet sich ein Kern. Diese Zeichnungen kommen zu Stande, in dem sich zwischen den, die Capillaren zusammensetzenden sogen. Endothelzellen (Bindegewebszellen, jedoch dem Plattenepithel ähnlich) das Silber in der Kittsubstanz in Gestalt kleinster Molekeln niederschlägt. Die Kittsubstanz besitzt nämlich reducirende Eigenschaft dem Silbernitrat gegenüber, während dieses an der Zelle und den Kernen gar nicht oder nur in einzelnen Körnern gefällt wird. Zumeist schlägt es sich noch am Kerne nieder und erscheint dieser dadurch granulirt und auffälliger.

Im Kammfortsatze (Pecten)**) des Vogelauges besitzt das Capillarsystem eine glashelle äussere Wand und innerhalb dieser keine platten, sondern dickleibige Endothelien. Hier kann man sie frisch und auch an tingirten Präparaten ohne weitere Imprägnation zur Ansicht bringen.

Das Capillarsystem zeigt aber ausserdem noch complicirtere Verhältnisse. Es erhellt aus mannigfachen Untersuchungen, dass die Capillaren der lymphoiden (drüsenartigen) Organe, als: die der Lymphdrüsen, der Mandeln, Peyer'schen Follikel, Thymusdrüse und sogen. Malpighi'schen Kapsel der Milz ausser der Zellmembran sich noch durch eine zu einer Wandung verdickten Schichte sogen. reticulären Bindegewebes auszeichnen.

---

*) Ueber Arterien und Venen siehe die „Blutcirculation", wohin selbe als Organe eingereiht sind.

**) Der Kammfortsatz (Fächer oder Börse, Pecten, Marsupium) der Vögel ist ein von der Choroidea und der Eintrittsstelle des Sehnerven bis zum Glaskörper sich erstreckendes, gefässreiches Organ; von dem angenommen wird, dass es der Ernährung des Glaskörpers vorstehe.

Man kann dieselbe als eine Adventitialmembran (Tunica adventitia capillaris) betrachten.

Ferner gibt es Organe, in denen die Capillaren ausserdem noch mit einer selbständigen und ebenfalls mit Endothel ausgekleideten Membran bekleidet erscheinen, wo dann zwischen Gefässhaut und Endothelscheide ein freier Raum existirt, in welchem die freie Lymphe circulirt. Wir nennen sie perivasculäre Lymphräume. Solche stellt die untenstehende Fig. 17 dar, welche eine Capillargefässschlinge aus dem Rande der Cornea des Meerschweinchens mit klarster Darlegung der Verhältnisse vorstellt. Diese sind in vielen Organen u. A. in der Hornhaut (Thanhoffer) constatirt.

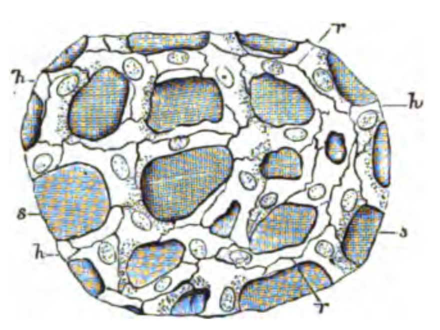


Fig. 16. Lungenbläschen-Capillaren vom Frosch; mit 2% Silberlösung imprägnirt; h = Capillargefäss; r = Contour der Endothelien; s = Lungenparenchym-Inseln zwischen den Capillaren.

An andern Orten, wie z. B. an den Capillaren der Glaskörperhaut des Auges, umspinnen letztere grosse Netze sternförmiger granulirter Zellen und stellt diess gleichfalls ein Anfangsstadium der capillären Adventitia dar.

Die Lymphcapillaren bilden kein so dichtes Netz, als die Blutcapillargefässe; ihre Aeste sind viel breitere Röhren und haben stellenweise Ausbuchtungen, sie verfügen blos über eine einzige Endothelschichte.

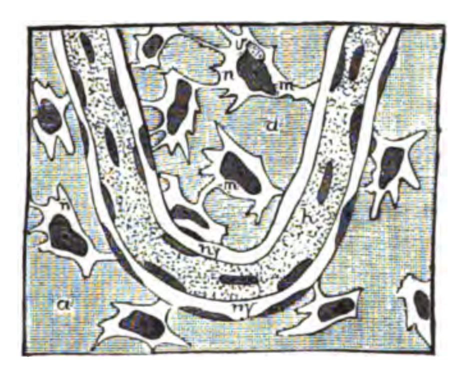


Fig. 17. Perivasculärer Lymphraum am Rande der Hornhaut des Meerschweinchens. a = Grundsubstanz der Hornhaut; n = Safträume; m = Kerne der Hornhautkörperchen.

Den Nachweis der Endothelcontouren der Lymphcapillaren verdanken wir Recklinghausen, der sie zuerst mittelst Silberimprägnation darstellte; als auch die Kenntniss dessen, dass diese mit den Saftkanälchen des Gewebes in directem Zusammenhang stehen.

Die Entstehung der Arterien und Venen hat man sich etwa so zu denken, dass auf die Endothelhaut der Blut- und Lymphcapillaren eine oder zwei Schichten (Membranen) sich auflagern. Ausser der innersten Zellmembran besitzen die kleineren Venen und Lymphgefässe nur eine binde-

gewebige äussere (Tunica adventitia s. externa) Haut. An grösseren doch noch mikroskopischen Venen, als auch an den grössten bis kleinsten Arterien kann man drei eventuell vier Schichten unterscheiden. Die innerste Wand bildet das Endothel, auf dieses kommt eine mehrschichtige innere, die sogen. Innen- oder elastische Haut; ihr folgt aus glatten Muskelzellen, elastischen Lamellen und Bindegewebe gebildet die mittlere oder Muskelhaut (Tunica media s. muscularis); auf welcher die äussere (sogen. Tunica adventitia s. externa) aufliegt. (S. Näheres bei der Blutcirculation.)

b) Nervensubstanz.

I. Nervenfasern.

Das Nervensystem wird von Nervenfasern und Nervenzellen zusammengesetzt, welche durch Bindegewebssubstanz zusammengehalten werden. Wir unterscheiden zweierlei Nervenröhren oder Fasern:

1. dunkle oder markhaltige (Fig. 18, 3. 4. 5. 6),
2. blasse oder marklose Nervenfasern (Fig. 18. 1—2).

1. Markhaltige Nervenfasern.

Man unterscheidet an den markhaltigen Nervenfasern folgende Theile: 1. die Hülle (Neurilemma Fig. 18, 6(*n*), Henle'sche, und Schwann'sche Scheide . . .); 2. die Markscheide (*v*) und 3. den Axencylinder (Axenfaser) (*t*).

Das Neurilemma, bis in die neueste Zeit unter dem Namen der Schwann'schen Scheide bekannt, ist eigentlich aus zwei Häutchen zusammengesetzt (Ranvier), die in vielen Fällen für eine scheinen. Die äussere, sogen. Henle'sche, ist glashell, die innere, Schwann'sche, eine kernhaltige Membran. Nach neueren Untersuchungen von Kühne sollte die Markscheide und der Axencylinder jedes gesondert mit einer hornigen (durch Trypsin-Verdauung unalterirbaren) Membran umhüllt sein, so dass zwischen diesen Häuten noch ein Hornsubstanznetz (Neurokeratin) eingeschaltet (Fig. 18, 5 *s*) und zwischen diesen die eigentliche Marksubstanz eingebettet wäre*).

Bemerkenswerth ist an den markhaltigen Fasern ferner, dass in gewissen Abständen davon, wie Ranvier erwiesen, Schnürringe sichtbar sind. Es ist die Frage noch offen, ob diese

---

*) Oberwähntes Netzwerk ist vor Jahren im Institute des Verfassers an Hämatoxylinpräparaten und an mit Aqua regia behandelten und in Glycerin eingelegten Nervenfasern gesehen worden. Die Präparate rührten von Cand. medic. Bartha die ersteren; vom Assistenten Krausz die letzteren her, und wurden als Kunstproduct gedeutet. In ähnlichem Sinne äussern sich in seinen neueren interessanten Arbeiten Pertik, und neuestens Professor Weber und mit ihm Dr. Waldstein in Paris.

Ranvier'schen Schnürringe sich bis zum Axencylinder erstrecken, und an diesen Stellen die Markscheide oder auch der Axencylinder unterbrochen wird; oder ob die Markscheide, wenn auch

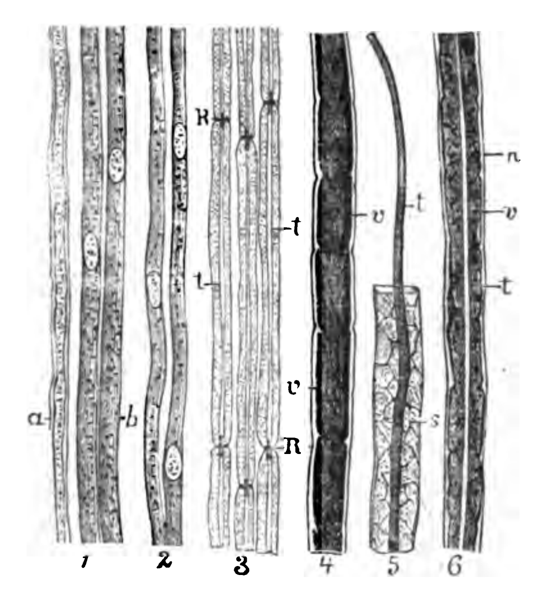


Fig. 18. Nervenfasern. 1 *a* = markhaltige, *b* = blasse Nervenröhren aus dem Sympathicus des Rindes nach Schultze; 2 = blasse Nervenröhren aus dem Nerven des Jacobson-schen Organes beim Schafe, nach Schultze; 3 = Nervenröhren mit den Ranvier'schen Kreuzen (*R*) nach Silberimprägnation aus dem Ischiadicus des Frosches; 4 = Schmidt-Lantermann'sche Marktrichter aus dem mit Ueberosmiumsäure behandelten Ischiadicus des Frosches; 5 = Nervenfaser vom Frosche mit Axencylinder (*t*) und dem sogen. Hornnetz (*s*); 6 = halbschematische Darstellung einer markhaltigen Nervenfaser, *n* = Neurilemma; *v* = Markscheide; *t* = Axencylinder.

verschmälert, dadurch hinzieht. Ebenso auffallend ist die von Ranvier constatirte Thatsache, dass bei Silberimprägnation an Stelle der Schnürringe am Axencylinder schwarze Kreuze entstehen (Fig. 18, 3, R). Ranvier, dem sich die Mehrzahl der Untersucher anschloss, erklärt diesen Befund dadurch, dass an diesen Stellen durch das Neurilemm und die Markscheide im lebenden Nerven bis zum Axencylinder Serum herangelangt. Diese Einrichtung wäre demnach für die Ernährung der Nerven von Wichtigkeit.

Unerledigt ist noch die Frage, ob der Axencylinder faserig oder homogen, ferner ob er quergestreift oder aber die Querstreifung als Kunstproduct aufzufassen ist; endlich betrachten einige Beobachter den Axencylinder im lebenden Nerven als

flüssig. Auf Grund unserer mit Max Schultze, J. Schultze und Landovszky übereinstimmenden Beobachtungen halten wir denselben aus Primitivfasern zusammengesetzt.

Erwähnt seien schliesslich noch die von Zawerthal, Schmidt und Lantermann entdeckten sogen. Marktrichter, welche man am trefflichsten an in Ueberosmiumsäure gelegenen und in Glycerin zerfaserten Nervenröhren zu Gesicht bekommt. Sie sind in der Markscheide aufeinander gestülpt in Fig. 18, 4 gezeichnet.

2. Blasse oder marklose Nervenfasern.

Sie verdienen den Namen wegen dem Mangel der Markscheide (im Vergleiche zu den dunkeln, markhaltigen), und schliessen in ihrer Schwann'schen Scheide gewöhnlich einen breiten und fibrillären (faserigen) Axencylinder ein. Im Nervus olfactorius der Riechmembran sind dieselben schön zu finden (Fig. 18, 1. 2) und besteht ein Theil des Sympathicus ebenfalls aus ihnen (Fig. 19, *s*).

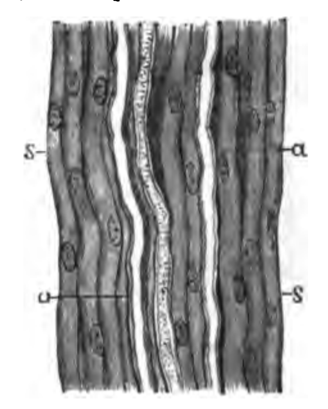


Fig. 19. Sympathicus vom Frosche, frisch mit Essigsäure behandelt. *a* = markhaltige Nervenfasern; *s* = blasse Nervenfasern.

Obschon im Sympathicus auch markhaltige Nervenfasern vorkommen; gibt es sympathische Nervenäste die einzig aus blassen Nervenfasern zusammengesetzt sind. So die starken Milznerven der Wiederkäuer, an welchen Remak zuerst den Sympathicus untersuchte und deren Fasern nach ihm als Remak'sche Nervenfasern benannt sind.

II. Ganglien- oder Nervenzellen.

Die Nerven- oder Ganglienzellen stehen mit den Nervenfasern in Verbindung. Wir unterscheiden centrale und periphere Ganglienzellen.

1. Centrale Nervenzellen.

Die centralen kommen im Gehirn, dem verlängerten (Medulla oblongata) und dem Rückenmark vor, während die peripheren in den intervertebralen und den sympathischen Ganglien (Nervenknoten), endlich in den Sinnesorganen gefunden werden. Erstere entbehren einer Hülle, welche letzteren zukommt.

Die centralen Ganglienzellen besitzen zwei, drei oder mehr Fortsätze. Ihr Zellleib ist dreieckig pyramidenförmig (in der Gehirnrinde), länglich oder sternförmig (im Rückenmark). Ihrer

Grösse nach sind dieselben im Gehirne kleiner als im Rückenmarke., wo sie besonders in der Hals- und Lendenanschwellung eine beträchtliche Grösse erreichen (besonders beim Kalbe und dem Pferde). Hier sind sie dann mit 4, 10—24 und mehr Fort-

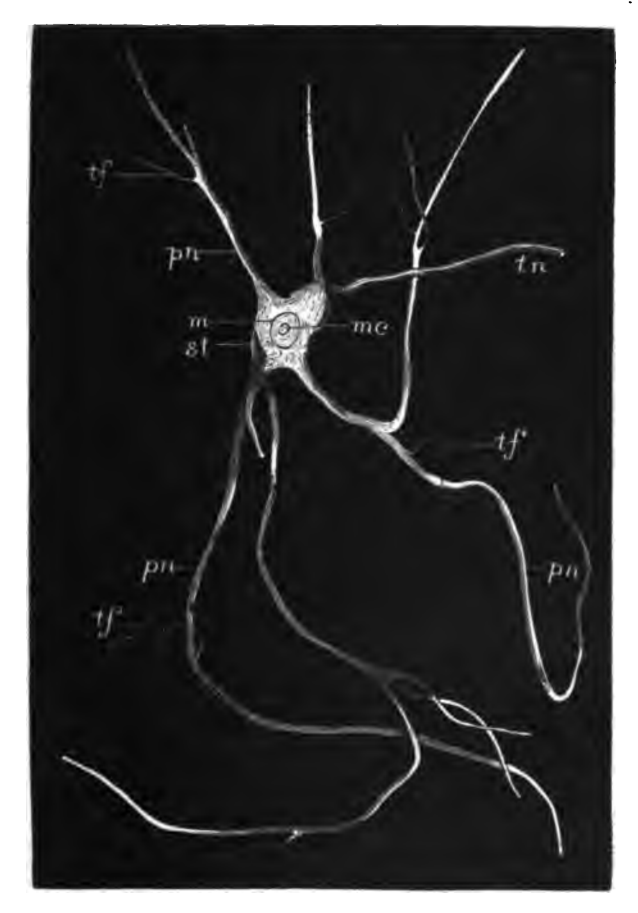


Fig. 20. Ganglienzelle mit Aqua regia behandelt, nach Methode und Zeichnung von K. Krausz; *st* = Zellleib; *m* = Kern; *mc* = Kernkörperchen; *pn* = Protoplasmafortsätze; *tf* = aus ihnen entspringende Axencylinderfibrillen; *tn* = Axencylinderfortsatz.

sätzen ausgestattet. Fig. 20 stellt eine solche Rückenmarksganglienzelle aus dem Pferderückenmark mit Aqua regia behandelt (Methode von Krausz) dar*).

*) Deiters stellt herrliche Ganglienzellen durch Isolirung aus dem in schwacher Chromsäure- oder doppelt chromsaurer Kalilösung eingelegten

Wie man an der gezeichneten Ganglienzelle sieht, ist dieselbe mit einem granulirten Zellprotoplasma (Zellkörper, *st*) ausgestattet, das einen bläschenförmigen, rundlichen Kern (*m*) in diesem aber ein Kernkörperchen enthält (*mc*). Aus dem Protoplasma entspringen die sich dichotomisch verzweigenden sogen. Protoplasmafortsätze, welche wieder seitlich, auf dreieckiger Basis kleinste feine sogen. Axencylinderfibrillen abgeben (*tf*). Ausser den Protoplasmafortsätzen entstammt aus einer dem Kerne zunächst gelegenen Stelle, oder aus einem dickern Protoplasmafortsatze ein (selten zwei oder gar drei) ungetheilt verlaufender glänzender Ast, welcher nach Deiters Axencylinderfortsatz (*tn*) benannt wird. Dieser übergeht (Deiters) bald in eine markhaltige Nervenfaser, die im centralen Nervengewebe wohl eine Neurilemm-, aber keine Schwann'sche Scheide besitzt.

Die Untersuchungen Schultze's ergaben, dass sowohl die Ganglienzellen als auch deren Fortsätze fein gefasert (fibrillär angeordnet) sind, und zwischen den einzelnen varicösen Fasern eine feingranulirte Substanz vertheilt ist. Viele halten diese fibrilläre Anordnung sowohl für die Zellen als deren Fortsätze als im Leben nicht präformirt.

2. Periphere Nervenzellen.

Diese sind durch eine bald dünnere bald dickere Hülle ausgezeichnet, welche aus gallertartigem (embryonalen) Bindegewebe besteht und mit Kernen versehen ist. Seit den Untersuchungen von Remak, Fräntzel, Arnold u. A. ist es bekannt, dass die Innenfläche dieser Membran mit Endothel ausgekleidet, ja dass dieses manchmal doppelt ist. (Nach Key und Retzius in den intervertebralen Ganglien.) Die in der Hülle befindlichen Ganglienzellen sind in den Spinalganglien apolare, uni-, bi- und tripolare Zellen. Multipolare Zellen sind hier bis nun nicht bekannt.

Die Physiologie steht den apolaren Zellen als einem Räthsel gegenüber. Es ist schwierig sich eine Vorstellung darüber zu machen, wie ein Reiz von einer Ganglienzelle oder zu einer solchen geleitet werde, wenn eben keine Leitung — die Nervenfaser — existirt.

Die Ganglienzellen sind oft schon mit den telegraphischen Batterien verglichen worden; wo diese nicht mittelst Leitungsdrähten mit Apparaten und Stationen verbunden sind, stehen sie nutzlos da. Nichtsdestoweniger finden wir apolare Ganglienzellen in den peripheren Ganglien, deren Aufgabe uns unbekannt ist; möglicherweise sind es embryonale Formationen, denen Fortsätze mangeln.

Rückenmarke dar. Andere nehmen zu andern Reagentien ihre Zuflucht. Wir kennen übrigens keine einfachere, leichtere und zweckdienlichere Methode zur Isolirung dieser Zellen als die meines gewesenen Assistenten Krausz.

Von den intervertebralen Ganglienzellen können wir folgendes mit Bestimmtheit anführen:

Der Zellleib enthält zwischen feinem Protoplasmanetzwerk eine feingranulirte Substanz. Der Kern, einfach oder doppelt, ist homogener, und enthält im Innern 1, 2 oder mehrere glänzende Kernkörperchen.

Die Hülle des Nerven wächst mit der Zellscheide zusammen, die Markscheide hört hier zumeist auf, geht übrigens manchmal auch auf die Ganglienzelle über; in anderen Fällen erstreckt sie sich in geraumer Entfernung bis vor die Ganglienzelle, wie diess Retzius angibt, dessen Resultate in unserem Institute durch Cand. med. M. Lenhossék bestätigt wurden. Wir konnten uns mit Retzius und Ranvier wiederholt überzeugen, dass eine Nervenfaser sich in zwei bis drei Aeste theilt, deren jeder wieder mit einer Ganglienzelle in Verbindung tritt. Nach Courvoisier, Fromann, Fräntzel, Kollmann, Thanhoffer u. A. soll man den Axencylinder bis zum Kern, ja sogar bis zum Kernkörperchen verfolgen können; was jedoch von Schultze, Kölliker, Schwalbe und Mayer in Abrede gestellt wird.

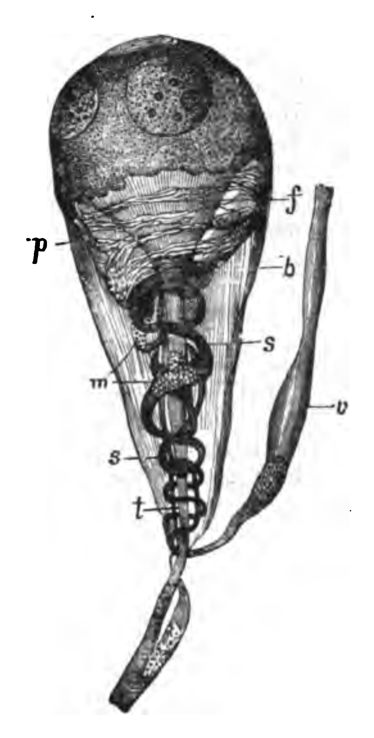


Fig. 21. Aus dem Sympathicus von Hyla arborea nach Beale; *t* = Axencylinder; *s* = Spiralfaser; *m* = Kern der Spiralfaser; *p* = Polarkerne; *b* = Zellhülle; *v* = rückläufige mit der Spiralfaser verbundene blasse Nervenfaser; *f* = Netzwerk aus Nervenfibrillen.

Die Ganglienzellen des Sympathicus weisen nach Einigen einen complicirteren Bau auf. Wir können über dieselben nach Beale und eigenen Untersuchungen folgendes berichten:

Die Hülle und der Protoplasmaleib derselben ist ähnlich dem der Intervertebralganglien*). Der Axencylinder tritt in die Zelle ein und verliert sich an der Eintrittsstelle. Um den Axencylinder (Fig. 21, *t*) rollt sich ferner eine Spiralfaser (*s*), welche an seiner Eintrittsstelle in ein mit sogen. Polarkernen versehenes feines

*) Arndt behauptet die Präformation von sphäroiden Körperchen im Protoplasma der intervertebralen, und von ellipsoiden Körperchen im Protoplasma der sympathischen Ganglienzellen.

Fasernetz (*f*) sich auflöst, während aus diesem wieder eine rückläufige Spiralfaser entspringt, die abermals in eine blasse Nervenfaser (*v*) übergeht*) (Beale).

c) Quergestreiftes Muskelgewebe.

Dieses Gewebe besteht aus quergestreiften Muskelröhren, welche mit einer Muskelhülle (Sarkolemma) umgeben sind, innerhalb welcher die Muskelsubstanz eingelagert ist. Letztere ist entlang des ganzen Muskelrohres abwechselnd mit verschieden dicken, dunkleren und lichteren, auf die Längsaxe des Rohres horizontal belegenen Streifen versehen. Die dunkleren Streifen sind doppelbrechend und polarisirend, während die lichteren einfach strahlenbrechend sind**).

Einige halten den isotropen Streifen gleichfalls für schwach doppelbrechend. Vor einiger Zeit war man der Ansicht, dass die Muskelsubstanz einzig aus abwechselnden schmäleren und breiteren Querstreifen bestehe. Die breiteren dunkleren Streifen hielt und hält man aus einzelnen Fleischprismen — Fleischtheilchen, Fleischsäulchen, (sarcous elements Bowman) zusammengesetzt. Diese Fleischtheilchen, deren Längsaxe mit derjenigen der Muskelfaser zusammenfällt, sind einaxig, positiv doppelbrechende Substanzen, die wieder aus noch kleineren doppelbrechenden Substanzen, den Disdiaklasten Brücke's — bestehen. Fortschritte in den diessbezüglichen Untersuchungen verdanken wir neuerer Zeit Krause, Hensen, Dönitz, Flögel, Merkel, Engelmann u. A., welche Forscher noch feinere Querstreifen beschrieben, von deren Vorhandensein man sich leicht überzeugen kann. Krause beschrieb 1869 eine die sogen. isotrope Substanz abtheilende dunkle Linie (Fig. 22 *K*)***)

Fig. 22. Schematische Darstellung des mikroskopischen Baues einer Muskelfaser; *a* = der frühere anisotrope (doppelbrechende); *i* = der frühere isotrope (einfach strahlenbrechende) Streifen; *K* = Krause'sche Grundmembran oder Zwischenscheibe; *n* = Nebenscheibe; *H* = Hensen'sche oder Mittelscheibe; *h* = Querstreifen mit Fleischprismen; *s* = Sarkolemma.

*) Arnold beschreibt ein feines Nervenfasernetz aus dem Kerne entspringend, welches das Protoplasma umfasst und dann als Spiralfaser die Zelle verlässt.

**) Ueber Doppelbrechung und Polarisation siehe „die optischen Eigenschaften" der Gewebe.

***) Schon vor Krause bekannt, jedoch wieder vergessen. So beschrieb bereits Brücke verschieden dicke Querstreifen in der Muskelfibrille und hielt dieselbe aus verschiedenartigen Disdiaklasten zusammengesetzt.

und nennt sie Querlinie oder Grundmembran, mit der Behauptung, dass dieselbe die ganze Muskelfaser in mehrere Fächer abtheile. Wir nennen diese die Krause'schen Quer- oder Zwischenlinien (*K*).

Etwas früher jedoch veröffentlichte Hensen den Befund der Theilung der anisotropen Substanz durch eine Linie, die man als Hensen'sche oder Mittelscheibe (*H*) zu benennen pflegt.

Es ist somit die frühere anisotrope Substanz in der Mitte entzwei getheilt und müssen wir darin zwei sogen. Querstreifen, richtiger Querscheiben (*h*) unterscheiden. Diese Hensen'sche Scheibe ist ebenfalls, wenngleich etwas schwächer, doppelbrechend. In der isotropen Substanz sind zu beiden Seiten der Krause-schen Linie abermals zwei dünne Streifen, sogen. Nebenscheiben beschrieben. Somit enthält die frühere isotrope Schichte drei feine anisotrope Streifen und zwar die Krause'sche Querlinie (Zwischenscheibe) und die beiden Nebenscheiben. Sämmtliche werden nur durch sehr wenig isotrope Substanz voneinander getrennt. Es wäre somit die frühere isotrope Substanz gar nicht isotrop zu nennen, obschon diese Benennung allgemein angenommen ist; ebenso wie man den anisotropen Streifen zusammen mit den Hensen'schen Mittelscheiben mit dem alten Namen bezeichnet.

Kurz zusammengefasst besteht der Muskelfaser aus iso- und anisotropen Querstreifen. Ersterer umfasst die Krause'sche Querlinie (Zwischenscheibe) und die beiden Nebenscheiben (*K* und *n*), der letztere hinwieder die beiden Querscheiben (*h*) und die Hensen'sche oder Mittelscheibe (*H*).

Sämmtliche Querstreifen gelangen nur bei gedehntem Muskel zur Ansicht, während in contrahirtem Zustande sowohl die Zwischenscheibe mit den Nebenscheiben in der isotropen Substanz, als die Hensen'sche Mittelscheibe mit den Querscheiben im anisotropen Theile derart verschmilzt, dass bei einem noch spätern Contractionsstadium (während dessen die isotrope Substanz sich zwischen die anisotropen Theilchen mengt) der Inhalt der Muskelfaser homogen erscheint (homogenes Stadium Engelmann). Die Muskeln der Käfer, und zwischen diesen wie bekannt zumeist die grossen Wasserkäfer, der Dityeus marginalis und besonders der Hydrophilus piceus zeigen in erschlafftem Zustande diese Verhältnisse besonders deutlich. Es dürfte heutzutage kaum Jemand diese Befunde in Abrede stellen können, wenngleich ihre Natur noch lange nicht aufgeklärt erscheint. Einzelne halten die einzelnen Abtheilungen für Membranen; einer andern Anschauung nach sollen es verschiedene breite Gruppen von Disdiaklasten sein, während es noch Beobachter gibt, die überhaupt nur die alte Ansicht von iso- und anisotroper Substanz acceptiren; da die übrigen Abtheilungen insonders die Krause'schen Linien angeblich nicht constant vorkommen, und somit nur als Anordnungsmodification der Disdiaklasten angesehen werden dürfen (Mezei). Wir können bestimmt behaupten, dass diese Anordnungen in der Muskelfaser am lebenden Muskel, oder an mit Ueberosmiumsäure (Flögel, Engelmann) oder mit Alkohol (Ranvier) in verschiedenen Actionen fixirten Muskeln vorkommen. Als offene Frage mag es hingestellt sein, ob in der Muskelsubstanz einzelne compactere und als Scheidewände fungirende

Schichten vorhanden sind, oder nur Querstreifungen von bald in schmalen, bald breiter angeordneten Muskeltheilchen. Für beide Annahmen lassen sich genügend Gründe pro et contra anführen.

Das Sarkolemma des Muskelbündels wird zu den elastischen Membranen gezählt. An seiner Innenfläche kann man mit Essigsäure Kerne zum Vorschein bringen, die an frischen Käfermuskeln auch ohne Zusatz gut zu Tage treten*).

Ausser diesen Kernen sieht man in der Muskelsubstanz grössere, längliche sogen. Muskelkerne. Man hält diese für zurückgebliebene Kerne der Primitivbildungszellen.

Als besondere Thatsache sei hier angeführt, dass die quergestreiften Elemente der Zunge und des Herzens beim Menschen und den Thieren ein Netzwerk bilden.

Krause beschreibt ausserdem längs der Muskelfaser parallel verlaufende und mit der erwähnten Krause'schen Querlinie zusammenhängende Seitenlamellen, wodurch die Muskelfaser in kleinere Fächer getheilt würde.

Bemerkenswerth ist ferner die Verbindung des Muskels mit seiner Sehne.

Während man früher behauptete, dass sowohl Sarkolemma als Muskelsubstanz in die Sehne übergehn, lehrte Weissmann, dass eine Kittsubstanz (welche sich in Kalilauge löst, und dann den Muskel von der Sehne abtrennt, den dann das Sarkolemma abschliesst) das convexe Muskelfaserende an die halbmondförmig ausgehöhlte Sehne fixirt.

Ferner haben die neueren Untersuchungen festgestellt (Flemming, Wolf u. A.) dass auch das Sarkolemma in die Sehnenscheide übergehe**).

Es erübrigt noch die Nervenendigungen der Muskelfasern kurz abzuhandeln.

Auch hierin herrscht noch keine Uebereinstimmung der Ansichten; obschon die Mehrzahl der Beobachter sich für die sogen. Endplattenendigung der Nerven entschied.

Ueber die Nervenendigung im quergestreiften Muskel herrschen bisnun vier Hauptansichten. Nach der einen (Kölliker,

---

*) Verdauungsversuche mit Magensaft haben uns erwiesen, dass das Sarkolemm des Käfermuskels (Hydrophilus piceus), wie diess schon Margó ahnte, aus zwei Lamellen bestehe; einer äussern glashellen ohne fibrilläre Anordnung und Kerne, und einer innern kernhaltigen, aus feinster Membran bestehenden, welche die Muskelsubstanz umhüllt. Beide Lamellen sind durch Kittsubstanz fest aneinander gefügt.

**) Meine Verdauungsversuche führten mich zu ähnlichem Resultate, jedoch noch weiter. Ich konnte mich überzeugen, dass an Käfermuskeln Windmühlflügel ähnliche Endothelzellen (Waldeyer'sche Bindegewebszellen), die zwischen den Muskelenden eingestreut waren, mit ihren Fortsätzen in die Sehnenbündelräume eintreten. Dadurch wird es wahrscheinlich, dass die Ernährung der Muskelsubstanz durch die Sehne auf dem Wege dieser communicirenden Hohlgänge erfolgt.

Beale, Krause) endigt der Nerv ausser dem Sarkolemma der Muskelfaser gelegen, nach der zweiten (Kühne, Engelmann und die Meisten) geht derselbe unter das Sarkolemma; die dritte Ansicht behauptet, dass er in die Muskelsubstanz eindringt, hier Netze bildet und mit Kernen verbunden sei (Margó). — Als vierte Ansicht mag die der beiden Gerlach gelten, welche auf Grund ihrer mittelst Goldfärbung ausgeführten Untersuchungen behaupten, dass der Nerv, nachdem er das Sarkolemma durchbohrt, ein sogen. intravaginales Netzwerk bilde. Die längsverlaufenden Aeste dieses Netzwerkes sollen nach ihren Angaben mit den in der Muskelsubstanz dicht nebeneinander und parallel angeordneten Körnchenreihen in Verbindung stehen. In letzter Reihe tritt der Nerv mit der isotropen Substanz in Verbindung und halten die Genannten den Nerv und die isotrope Substanz für gleichwerthig. Es würde laut dieser Hypothese die isotrope Substanz der Muskel

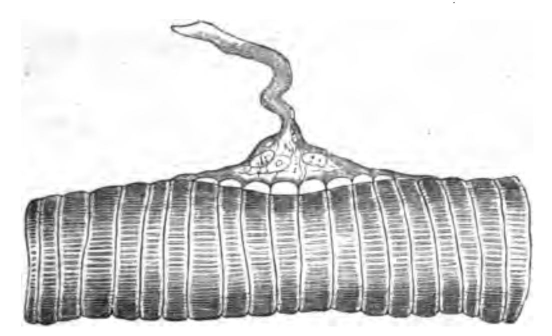


Fig. 23. Quergestreifte Muskelfaser von Hydrophilus piceus mit Nervenendplatte.

selbst den Nervenendapparat darstellen. Erwähnung möge endlich auch noch die Ansicht Arndt's finden, der sowohl die endplattenförmige, als auch die netzförmige Endigung in der Muskelsubstanz acceptirt.

Die meisten Forscher schaaren sich übereinstimmend um die Ansicht, dass die Endplatte zugleich die Nervenendigung selbst darstelle. Allgemein anerkannt ist es, dass die Endplatten unter dem Sarkolemma verlaufen. Die Endplatten zeigen folgende Construction (Fig. 23):

Der Nervenstamm verlauft, sich fortwährend theilend zwischen den Muskelbündeln. Die zur Muskelfaser streichenden einzelnen Aeste theilen sich nach je einem Ranvier'schen Schnürringe in 2—3—4 Aeste. Diess stellt ein Nervenendbüschel (Kühne) dar, dessen je ein Ast zur Muskelfaser zieht. Hier verwächst nun die Nervenscheide mit dem Sarkolemma, während der Axencylinder letzteres durchsetzend in eine granulirte und kernhaltige Substanz

(Endplatte, Nervenendhügel) eingeht. Die innere sogen. Fussohle der Endplatte hängt mit den Krause'schen Linien zusammen (Fig. 23) (Engelmann, Thanhoffer, Foettinger*).

Es wird demnach der in der Endplatte aufgehäufte Nervenreiz zuerst auf die innere Sarkolemma-Membran übertragen und von da, vermittelst der Krause'schen Linien auf die einzelnen Muskelelemente überführt. Die Muskelfasern der Käfer und

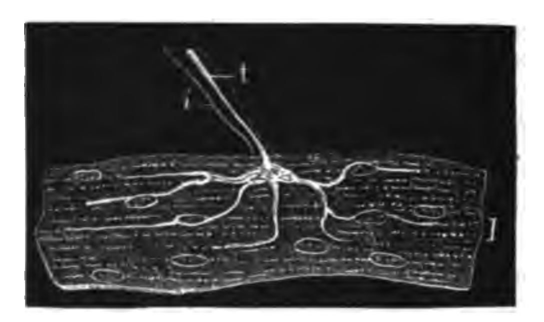


Fig. 24. Quergestreifte Muskelfaser vom Frosch (*I*) mit gabeliger Verzweigung des Axencylinders (*t*) und Endigung des Nerven (*t*). Goldchloridfärbung.

Säugethiere besitzen granulirte und kernhaltige Endplatten, wie solche in Fig. 23 dargestellt zu finden. Anders gestaltet ist die Endplatte im Muskel der Amphibien und Reptilien. So verästelt (arborisatio) sich unter den Reptilien (bei der Eidechse) der Axencylinder in eine tellerförmige granulirte Endplatte; während bei den Batrachiern insonders beim Frosch der sich einpflanzende Axencylinder dichotomisch getheilt ist und dessen einzelne Aeste sich abermals gabelig verzweigen, um zu kernigen Elementen hinzuziehen (Fig. 24).

IV. Gruppe.

Bindesubstanzen.

Zellen und verschiedenartig feste Intercellularsubstanz.

In der Reihe der Bindesubstanzen findet eine mächtige Gruppe von Geweben Platz, deren Vertreter in gewissen Stadien im Embryo eine gleichartige Structur aufweisen, sich aber im Laufe der späteren Entwickelung immer mehr differenziren, und in Bezug des anatomischen und chemischen Verhaltens verschiedene Formen darstellen.

---

*) Nach Foettinger wären die Krause'schen Linien Axencylinder, welche als Fortsetzungen des in die Endplatte eintretenden Nervenaxencylinders zu betrachten sind.

Zu den Bindesubstanzen gehören:
1. das Bindegewebe;
2. das Knorpel- und
3. das Knochengewebe.

a) Bindegewebe.

Es enthält folgende Hauptformen: 1. das schleimige oder gallertige; 2. das reticuläre Bindegewebe; 3. das Fettgewebe; 4. das gewöhnliche, faserige oder lockere; 5. das vitale Bindegewebe; 6. das Pigment-Bindegewebe; 7. das elastische und Sehnengewebe; endlich 8. das Netzhaut-Bindegewebe im Auge und das Nervenstützgewebe.

1. Schleimiges oder gallertiges Bindegewebe.

Dieses stellt eine gallertige Grundsubstanz dar, in welcher entweder rundliche (Fig. 25) oder sternförmige Zellen (Fig. 26) eingebettet sind. Im ausgewachsenen Körper trifft man sie noch im Glaskörper an, im embryonalen hingegen findet sie sich weit verbreitet, wesshalb diese Form auch mit dem Namen des embryonalen Bindegewebes belegt wird. Ausserdem kommt

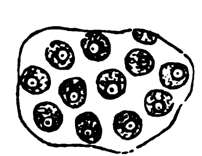


Fig. 25. Gallertiges Bindegewebe; in der Grundsubstanz rundlich granulirte Zellen.

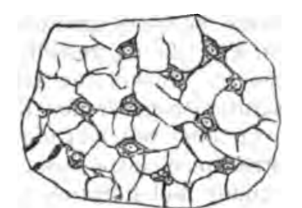


Fig. 26. Gallertiges Bindegewebe mit dem Netzwerk sternförmiger Zellen in der Grundsubstanz.

sie in den Hautpapillen, der Zahnpulpa und der Wharton'schen Sulze (dem Nabelstrange) vor, in den Integumenten des sich entwickelnden Gehörorganes und des in der Bildung begriffenen Schmelzorganes der Zähne. Die von Virchow beschriebenen Schleimgeschwülste (Myxome) sind gleichfalls aus dieser Gewebsform zusammengesetzt. Die Wharton'sche Sulze ist ferner noch dadurch ausgezeichnet, dass sie ein solideres Balkenwerk aus sternförmigen Zellennetzen enthält, während in den Maschenräumen in gallertiger Grundsubstanz die beschriebenen rundlichen Zellen untergebracht sind.

2. Reticuläres Bindegewebe.

Das reticuläre Bindegewebe (Cytogen, Kölliker, adenoides Bindegewebe, His) ist aus sternförmigen miteinander netzartig verbundenen Zellen zusammengesetzt (Fig. 27 *a*). In den Maschenräumen dieser Zellen sitzen sehr häufig (wie z. B. in den Lymphdrüsen) Lymphzellen; woher auch His den Namen des drüsenartigen

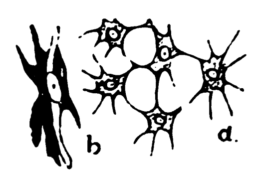


Fig. 27. *a* = reticuläres Bindegewebe; *b* = sogen. Waldeyer'sche Bindegewebszellen mit windmühlflügelartigen Fortsätzen.

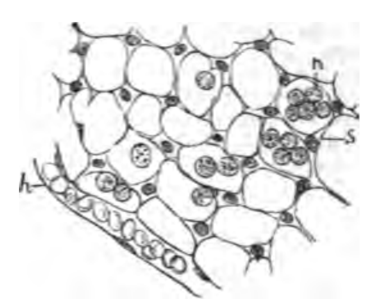


Fig. 28. Adenoides Bindegewebe aus der Lymphdrüse des Netzes vom Kaninchen; *s* = Bindegewebszellen (-körperchen); *h* = mit den Bindegewebskörperchen zusammenhängendes Capillargefäss; *n* = Lymphzellen.

adenoiden Gewebes hernimmt (Fig. 28.) Es kommt ausser den Lymphdrüsen in den sogen. lymphoiden Organen (den Mandeln, Blutdrüsen, Thymus und Milz); ferner in den Peyer'schen Follikeln der Schleimhaut des Verdauungstractes vor.

Eine Unterabtheilung dieses Gewebes bildet das zwischen den Darmdrüsen befindliche adenoide Bindegewebe, welches grosse Maschenräume mit glashellen breiten Balken umfasst. Im Balkengewebe selbst viele Lymphzellen. Ein ähnliches, doch fein reticuläres adenoides Gewebe umfasst die Leberzellen in den Leberacinis. —

3. Fettgewebe.

Es besteht aus Fettzellen, welche durch Bindegewebe zusammengehalten sind. Erstere sind grosse bläschenförmige Elemente, an denen man eine Membran nachweisen kann, welche das Fett einschliesst. Die Fettzellen enthalten blos während sie in Bildung begriffen sind, Kerne. Das in denselben als postmortale Erscheinung auftretende kernartige Gebilde ist blos ein Conglomerat von Palmitin- und Stearinkristallen (früher als Margarinkristalle bekannt). Das Fettgewebe findet sich im Panniculus adiposus der Haut; besonders reichlich an der Handfläche, der Fusssohle, dem Gesäss und den Brüsten;. umgibt ferner die Sehnenscheiden der Gelenke, füllt die Augenhöhle aus, wo es selbst bei hochgradiger Abmagerung nicht schwindet;

kommt im Knochenmark, der Nierenkapsel, dem Netze, dem Gekröse, an der Herzoberfläche und der Adventitia der grossen Gefässe vor. Bei übermässigem Fettansatz entsteht es auch in dem Bindegewebe anderer Organe.

Die Fettzellen entstehen aus den Bindegewebszellen auf folgende Weise: Die rundliche mit Protoplasma und Kern versehene Zelle nimmt anfänglich einzelne Fettkörnchen auf. Diese entwickeln sich nun in grösserer Menge auf Rechnung des Protoplasma und fliessen zu Tröpfchen zusammen. Diese wieder vereinigen sich zu einem grösseren Tropfen und geben der Zelle das Aussehen eines Siegelringes, bis endlich der ganze Zellinhalt zu Fett umgewandelt wird. Die Umwandlung der Bindegewebszelle zu Fettgewebe studirte zuerst Förster an entstehenden Lipomen, während Kölliker bei Schwund des Hautfettgewebes die Umbildung der geschrumpften Fettzellen zu Bindegewebszellen beobachtete. Ebenso fand Virchow, dass sich das Fettgewebe des Nierenhylus und des Pericardiums zu Schleimgewebe umwandele.

4. Einfaches Bindegewebe.

Das einfache Bindegewebe, faseriges, auch lockeres Bindegewebe genannt, besteht aus Zellen und einer collagenen (Knochenleim bildenden) faserigen Grundsubstanz. Charakteristisch hiefür ist, dass die Intercellularsubstanz feinfaserig ist, und die Fasern (Fig. 29. *f*) mittelst Kittsubstanz aneinander gefügt sind; ferner dass es mehr minder elastische Fasern enthält.

Die Fasern sind von verschiedener Dicke und zu Bündeln vereinigt. Baryt oder Kalkwasser (die Kittsubstanz auflösend) macht sie in einzelne Fibrillen zerfallen.

Es ist bisher fraglich, ob die Faserbündel nackt oder mit einer Membran bedeckt sind. An den Faserbündeln der Hirnbasis ist von Einigen eine Membran mit Sicherheit constatirt.

Die feineren elastischen Fasern sind meist von derselben Stärke als die Fibrillen, auch unterscheiden sie sich von letzteren durch den dunkleren Contour, den welligen oft korkzieherartigen Verlauf oder durch die Aufkräuselung ihrer Enden.

Fig. 29. Faseriges Bindegewebe: *s* = Bindegewebskörperchen; *f* = Bindegewebsfibrillen.

Aus den feinen elastischen Fasern bilden sich ferner Uebergänge zu ganz starken selbständigen Bändern, welche dem Gewebe eine besondere Härte verleihen. Die Bänder der Wirbelsäule zeichnen sich durch solche Fasern insonders aus.

Wo das faserige Bindegewebe verschwindet, übernehmen die elastischen Fasern die Hauptrolle. Solches elastisches Gewebe liefert dann die elastischen Lamellen in den Wandungen der grossen Gefässe, unter denen durchlöcherte (gefensterte Membran = M. fenestrata) vorgefunden werden.

5. Lebendes Bindegewebe.

Zwischen den Fasern des Bindegewebes befinden sich Elemente, welche im lebenden Zustande am besten an dem von Kühne entdeckten vitalen Bindegewebe untersucht werden.

Als Untersuchungsobjecte dienen zu diesem Zwecke die glashellen Bindegewebshäutchen zwischen den Schenkelmuskeln des Frosches (Fg. 30). Hier findet man zwischen den Fasern und den elastischen Fibrillen in homogener Grundsubstanz bald stern- (*s*), bald kugelförmige granulirte und kernhaltige Zellen (*ö*). Diese entbehren der Membran und sind langsam contractil.



Fig. 30. Vitales Bindegewebe aus der Bindesubstanz zwischen den Schenkelmuskeln des Frosches; halbschematisch, ohne Zusatz untersucht; *s* = gestaltändernde, contractile Bindegewebskörperchen; *ö* = im Stadium der Contraction; *r* = elastische Fasern; *k* = Bindegewebsbündel; *f* = elastische Faserbündel.

Neben diesen finden sich im Bindegewebe Lymph- oder sogen. Wanderzellen (ausgetretene farblose Blut- und Lymphkörperchen).

Ausserdem trifft man im

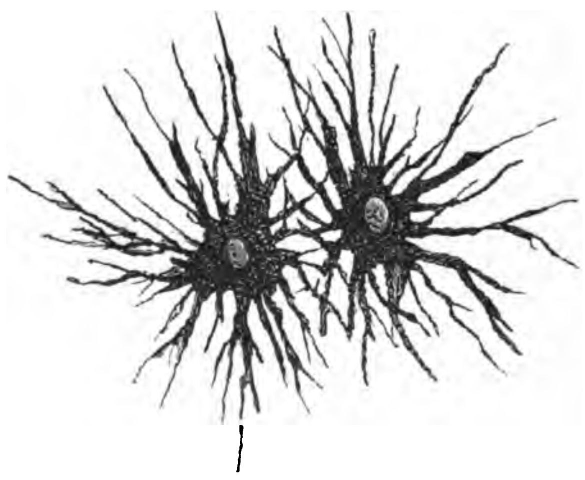


Fig. 31. Chromatophoren aus der Schwimmhaut des Frosches in Alkohol fixirt und Damarlack conservirt.

Bindegewebe: Knorpel-, manchmal Fettzellen, glatte Muskelfasern, Blut- und Lymphgefässe, Nervenfasern und Ganglienzellen.

6. Pigmentirtes Bindegewebe.

Pigmentzellen kommen im Bindegewebe, so in der Gefässhaut (Choroidea) des Auges und beinahe sämmtlichen Organen der Amphibien und anderer niederer Thierklassen vor. Sie sind zumeist sternförmig und bilden oft miteinander zusammenhängende Netze (Fig. 31).

Besonders reich vertreten sind derartige grosse Zellen im Bindegewebe der Haut von Amphibien, Reptilien und anderer niedriger Thierklassen (Sepia).

Die Fortsätze reichen bis zur Epidermis, und wie man sich leicht überzeugen kann, deren einzelne zwischen die Epithelialzellen hinein; man nennt solche Chromatophoren (Pigmentträger). Bert u. A. nehmen an, dass sie Locomotion besitzen. Sie stehen unter dem Einflusse des Nervensystems, obschon, wie man früher geglaubt, sie weder mit den Nerven noch Muskeln zusammenhängen. Ihre Contraction erfolgt auf den Inductionsstrom, starken Lichteffect oder Berührung. Die Farbenveränderung der erwähnten Thiere beruht auf diesen Zellen.

7. Elastisches und Sehnengewebe.

Betrachten wir den Längsschnitt einer Sehne, so fallen uns deren parallel nebeneinander verlaufende und mittelst Kittsubstanz verbundene breite Sehnenbündel von faserigem Gefüge und dazwischen eingestreute spindelförmige Zellen in's Auge.

An einem Querschnitt der Sehne finden wir einzelne protoplasmahaltige Zellgebilde, zwischen diesen die Querschnitte der Sehnenbündel mit einigen Körnchen gemengt; letztere stellen die Querschnitte der die Sehnenbündel bildenden Fibrillen dar.

Nach neueren Untersuchungen ist es bekannt, dass die zwischen den Sehnenbündeln eingelagerten Zellen nicht Bindegewebszellen, welche ein plasmatisches Kanalsystem bilden, sondern im Bindegewebe vorkommliche Epithelien (Endothelien), sogen. Sehnenkörperchen (*i*) sind; die gleichsam um das Sehnenbündel eine Scheide in der Weise bilden, dass die von ihrem Zellkörper abgehenden Lamellen auf dem Sehnenbündel auflagernd, die nachbarlichen Zellen sich berühren. In Fig. 32 bei *A* sehen wir ein Sehnenbündel aus dem ausgerissenen Schwanz der Maus, mit kernhaltigen Sehnenkörperchen bedeckt. Bei *B* derselben Figur die abgeschabten und mit Pikrocarmin tingirten Sehnenkörperchen.

Wie wir in weiterer Verhandlung der Bindesubstanzen berühren werden, bilden die durch Endothelien geschaffenen

Hohlräume die Saftgänge für gefässlose Gewebe. Diesen Räumen zwischen der Endothelscheide und dem Sehnenbündel käme eben diese Aufgabe zu. Zwischen den Sehnenbündeln findet sich ferner faseriges Bindegewebe und elastische Fasern. Die aus Sehnenbündeln zusammengesetzte Sehne wird schliesslich durch eine starke Kapsel, die Sehnenscheide (seröse Umhüllung der Sehne) umschlossen.

Fig. 32. *A* = Sehnenfaser aus dem ausgerissenen Mäuseschwanz nach Ranvier mit Sehnenkörperchen; *l* = Sehnenkörperchenleisten; *m* = Sehnenkörperchenkern; *B* = isolirte Sehnenkörperchen aus demselben Präparate; *C* = isolirte Sehnenkörperchen aus der Achillessehne vom Frosche.

In den Sehnen findet sich ferner, wie längst bekannt, Knorpel (Bindegewebsknorpel), auch Knochenbildung. Meckel beschrieb das Vorkommen von Knorpel und Knochen in der Achillessehne des Frosches. Hier ähneln die Knorpelzellen den grossen Zellen der embryonalen Chorda dorsalis und haben sehr wenig Intercellularsubstanz. Es gelang A. v. Török, die von Vielen in Abrede gestellte aber von Gegenbaur behauptete Intercellularsubstanz nicht nur auf histologischer, sondern auch chemischer Grundlage festzustellen und den Sehnenknorpel als intermediäre Knorpelsubstanz richtig zu deuten. Andere fanden in den Sehnen auch Knochen. Diese sind nach Török zwischen den Sehnentheil und den Knorpel eingeschaltet und unterscheiden sich von den Röhrenknochen durch den Mangel von Markräumen und Havers'schen Kanälen. Lehmann fasst diese Gebilde nicht als echte Knochensubstanz auf und hält sie blos für Verkalkungen; wogegen Török deren echten Knochencharakter erwies.

8. Nervenstützgewebe (Nervenkittsubstanz, Neuroglia).

Diese ihrer Structur, noch mehr ihrer Bedeutung nach wenig erforschte Substanz mit feinem faserigen Gefüge und Zellen reiht man bisher zu den Bindesubstanzen ein*). Hieher zählt das Stützgewebe des centralen Nervensystems und das der Retina des Auges.

Die Neuroglia in der grauen Substanz des centralen Nervensystems stellt ein, in feingranulirte Grundsubstanz eingebettetes und sich mannigfach kreuzendes Fasernetz dar. Zwischen den sich kreuzenden Faserästen finden sich granulirte und den farblosen Blutkörperchen ähnliche Zellen eingelagert. Ein Theil der

*) Wir sind nicht im Stande zu entscheiden, ob wir es hiebei mit einem nervösen oder rein bindegewebigen Gewebe zu thun haben; mit Recht fände es in dieser Gruppe auch dann Platz, wenn es zum Theil aus nervösen Elementen bestünde, weil ein grösserer Theil derselben evident bindegewebigen Charakters ist.

letzteren entstammt mit grösster Wahrscheinlichkeit aus den im Bindegewebe vorhandenen Wanderzellen.

In der weissen Hirnsubstanz des Rückenmarkes zeigt die Neuroglia das Bild reticulären Bindegewebes. Es erscheint darin als ein netzbildendes Lamellensystem, zwischen dem die Nervenröhren verlaufen. In den Kreuzungspunkten des Maschenwerkes finden sternförmige Zellen Platz, die mit den Nachbarzellen durch ihre Fortsätze zusammenhängen.

Ein bemerkenswerthes Bild weisen dann in der Neuroglia die sogen. Spinnenzellen (Fig. 33) auf; es sind Zellen, aus deren kleinem Protoplasma lange und zahlreiche Fortsätze nach jeder Richtung ausstrahlen.

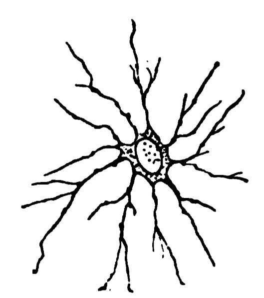


Fig. 33. Spinnenzelle aus dem Rückenmarke des Pferdes.

Bahnen und Art der Saftcirculation in den Bindesubstanzen.

Ueberaus wichtig ist es, zu bestimmen, auf welche Art und durch welche Bahnen jene Theile der zu den Bindesubstanzen gehörigen Gewebe ernährt werden, denen keine Blutgefässe zukommen; oder anders, besitzen die Bindesubstanzen überhaupt und welche Saftkanälchen und stehen diese mit Lymph- und Blutbahnen in Verbindung; und wenn ja — wie sind dieselben beschaffen?

Zur Erörterung dieser Frage ist es vor allen nöthig, das Verhältniss zu betrachten, in welchem ausser der Grundsubstanz die in derselben eingelagerten Gewebsbestandtheile theils zu dieser, theils zu einander und ihrer Lagerung stehen.

In der Grundsubstanz der Bindegewebe sind die Zellen, sogen. Bindegewebskörperchen, theils neben-, theils untereinander eingelagert.

In der Hornhaut, dem Grundtypus der weichen Bindesubstanzen, hat Toynbee der Erste diese Körperchen entdeckt. Seine Entdeckung kam in Vergessenheit, so dass Virchow sie sozusagen neuerdings entdecken, His und Andre genauer darstellen mussten, bis man sie allgemein acceptirte.

Bei einzelnen dieser Bindegewebssubstanzen bestehen die Zellen aus granulirtem Protoplasma, welches einen bald grössern bald kleinern Kern umschliesst, und ausserdem mit mehr oder minder zahleichen Fortsätzen versehen ist. Am zahlreichsten finden sich dieselben in der Cornea des Frosches, weniger reich an Fortsätzen sind die Hornhautzellen der Säugethiere.

Fig. 34 stellt die Corneakörperchen des Froschauges dar.

Man ersieht, wie aus den mit grossem, granulirtem Protoplasmaleib und grossen, dunkel glänzenden Kernen versehenen

Zellen (*s*) Fortsätze (*n*) ausstrahlen, welch letztere mit denen der Nachbarzellen anastomosiren. Virchow fasste dieselben als Zellen eines plasmatischen Kanalsystems auf; die bahnbrechenden Unter-

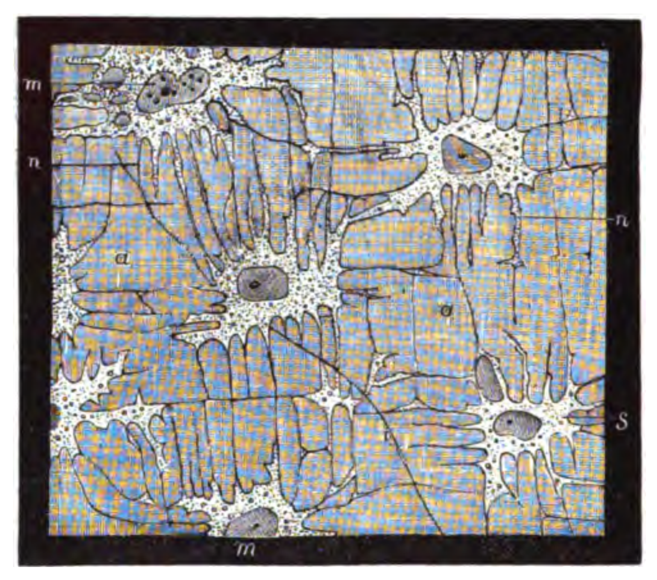


Fig. 34. Cornea-Abschnitt vom Frosche im Humor aqueus frisch untersucht; Vergr. 350. *a* = Grundsubstanz; *s* = Corneakörperchen; *m* = Kern; *n* = Fortsätze.

suchungen von Recklinghausen stellten fest, dass diese Protoplasmen sowohl in der Cornea, als auch in den übrigen Bindesubstanzen in die, die Gewebespalträume erfüllende

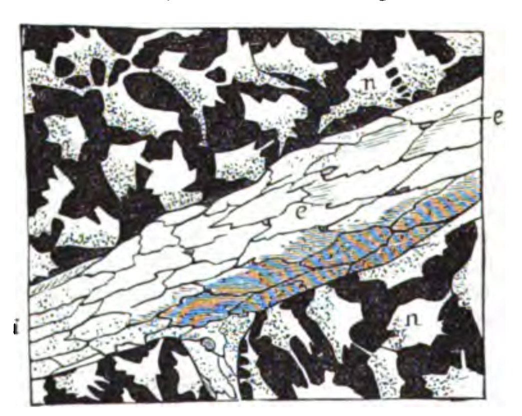


Fig. 35. Cornea-Abschnitt vom Kaninchen, mit 2% Höllenstein-lösung imprägnirt. *i* = Lymphkanal mit Nerven und Endothel-auskleidung (*e*); *n* = Saftkanälchen.

Kittsubstanz eingebettet sind. Man kann sich davon an mit Höllensteinlösung imprägnirter, oder injicirter Cornea, oder an anderen zu den Bindesubstanzen gehörigen Geweben zur Genüge überzeugen.

In Fig. 35 stellen wir ein Theil der mit Höllenstein imprägnirten Hornhaut des Kaninchens dar. Man sieht daran die nervenbergenden Kanäle (*i*), welche Gänge nach neueren Untersuchungen mit einer aus Endothel (*e*) gebildeten Membran ausgekleidet sind, und mit Recht für einen Lymphkanal der Lymphräume entbehrenden Cornea gehalten wirden. (Ranvier, Thanhoffer, Durante, Thin, Waldeyer, Königstein.)

Es ist ferner für die Cornea erwiesen, dass die nervenführenden Kanalgänge mit den die Corneakörperchen haltigen und von Recklinghausen als Saftkanälchen benannten, miteinander anastomosirenden Spalträumen (*n*) zusammenhängen (Recklinghausen, Thanhoffer, Thin); ferner aber auch, dass die Cornea-Saftkanälchen mit den perivasculären, am Rande der Cornea befindlichen Lymphräumen zusammenhängen (s. Fig. 17) (Thanhoffer).

Für die übrigen Repräsentanten der Bindesubstanzgruppe haben Recklinghausen u. A. dieselben Verhältnisse nachgewiesen; dennoch verdanken wir erst den Untersuchungen Arnold's und nach ihm Foa's die genaue Kenntniss über die Anastomosenverhältnisse der Saftkanälchen oder der beginnenden Lymphräume mit den Blut- und den Lymphcapillaren. Es gelang den erwähnten Forschern nach einer bestimmten Injectionsmethode durch die Blutgefässe, sowohl die Saftkanälchen als auch die mit ihnen zusammenhängenden Lymphgefässe zu füllen, was wir durch eigene Injectionspräparate gleichfalls bestätigen können. Dadurch wurde für die alte Hypothese der directe Beweis erbracht, das nämlich die Gewebssafträume mit den Blut- und Lympfgefässen in directem Zusammenhange stehen.

Auf Grund dieser wichtigen Untersuchungen kann man sich nunmehr die Ernährung der gefässlosen Bindesubstanzen leicht vorstellen. Das Serum der Blutgefässe sickert in die Saftkanälchen des Gewebes über, ernährt hier die Bindegewebskörperchen, kann sogar die Grundsubstanz (Intercellularsubstanz) durchfeuchten; geht dann in die Lymphgefässe über, worauf es mit Spaltungsproducten gesättigt abermals in die Blutcirculation eingeschaltet wird. Es stellt demnach das Lymphgefässsystem einen zwischen das Gefässsystem eingeschalteten Circulationsapparat vor.

b) Knorpel.

Der eine Chondrin gebende Grundsubstanz haltige Knorpel kommt in dreierlei Gestalt als: 1) hyaliner; 2) reticulärer oder elastischer; 3) Faserknorpel vor.

1. Hyaliner Knorpel.

Der hyaline Knorpel besteht aus relativ geringer, glasheller Grundsubstanz (daher der Name), in welcher rundliche, bald längliche, grössere und kleinere Zellen untergebracht sind (Fig. 36). Die Zellen sind meist einkernig und entweder allein oder zu mehreren in eine glänzende Kapsel (*t*) eingeschlossen. Letztere widersteht tagelangem Kochen, während dessen die Intercellularsubstanz aufgelöst und abgekühlt zu zart gallertiger Sulze, dem Knorpelleim (Chondrin), erstarrt. Die grossen, kleinere Zellen einschliessenden Kapseln nennen wir Mutterzellen, die eingeschlossenen Tochterzellen.

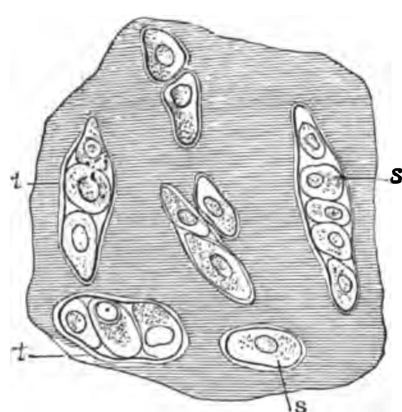


Fig. 36. Hyaliner Knorpel aus dem Rippenknorpel frisch in Glycerin eingelegt, bei 250-facher Vergr. *s* = Zellen; *t* = Knorpelkapseln.

Es ist diess insoferne nicht zutreffend, als nach neueren Untersuchungen (obzwar eine Vermehrung der Knorpelzellen durch Theilung nicht ausgeschlossen ist) diess kein Zeichen von endogener Zellbildung ist; sondern das Bild in der Weise entsteht, dass zwei oder mehrere Zellen zugleich eingekapselt werden.

Die Grundsubstanz ist in der Regel homogen, in dünnen Schichten durchsichtig, farblos. An einzelnen Stellen kommt wohl eine feinkörnige oder feinfaserige Structur vor; letzterer Befund hauptsächlich in der Nähe der Bindegewebskapsel des Knorpels, wo die Knorpelzellen auch mehr spindelförmig erscheinen (bes. an den Rändern des Rippenknorpels vom Pferde). Pathologisch verändertes Knorpelgewebe zeigt häufig faserigen oder körnigen Zerfall, oft auch Verkalkungsprocesse.

Die angeführte Knorpelart findet sich in den Rippen-, Gelenks-, Intervertebral- und Trachealknorpeln vor.

2. Reticulärer oder elastischer Knorpel.

Sein Name ist daher abgeleitet, dass in seiner durchsichtigen Grundsubstanz ein feinstes Netzwerk glänzender elastischer Fasern eingewebt ist (Fig. 37). Zudem ist die Grundsubstanz gegenüber der Anzahl der Zellen vorwiegend. Seine Zellen sind rund oder oval; eine Kapsel an ihnen kaum wahrnehmbar; höchstens

wird die Zelle vom elastischen Fasernetz dichter umschlossen. Dieses Gewebe kommt der Ohrmuschel und dem Kehldeckel zu.

3. Faserknorpel.

Die reichliche Grundsubstanz dieser Knorpelart gleicht dem Fasergewebe der Bindesubstanzen. Die Zellen erscheinen wohl des gegenseitigen Druckes wegen spindelförmig. Die in den Zwischen-



Fig. 37. Reticuläres (elastisches) Knorpelgewebe aus der Ohrmuschel eines Negers.

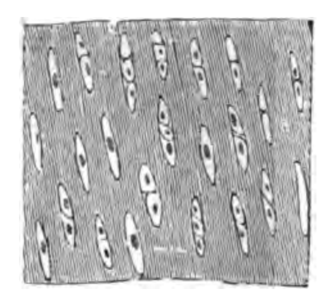


Fig. 38. Faserknorpel, halbschematisch.

räumen des Fasergewebes eingeschalteten Zellen sind entweder einzeln oder 2—3 Tochterzellen einschliessende Mutterzellen. Das Knorpelgewebe in den Sehnen hat man als Bindegewebsknorpel beschrieben. Der Faserknorpel kommt in Gemeinschaft mit dem Hyalinknorpel in den Rückenwirbelknorpeln vor.

Bemerkenswerth ist es, dass Heitzmann nachfolgend sowohl Budge, Nencky, als auch Thillmann und neuerdings Bikfalvy (beide auf Verdauungsversuche) in dem gefässlosen Knorpelgewebe Saftkanälchen entdeckten. Wird, nach Angabe Nencky's, in den Lymphsack des Frosches färbende Substanz injicirt, so erscheint dieselbe als ein mit den Zellen zusammenhängendes Netzwerk in der Grundsubstanz*).

c) **Knochengewebe.**

Die Knochen, obgleich von cylinder-(röhren)förmiger, flacher oder vieleckiger Gestalt, sind sämmtlich nach einem Typus aufgebaut. Die Betrachtung eines Querschliffes vom Röhrenknochen lehrt Folgendes:

Die Knochensubstanz, den Markraum umgebend, zeigt grössere

*) Etwa zwei Jahre vor diesen Untersuchungen wurde in meinem Institute zu anderen Zwecken einem Laubfrosche in den Lymphsack täglich einmal Indigocarmin in Pulverform eingebracht; nach 6—10 Tagen war nicht nur der Gelenksknorpel, sondern auch der Schenkelknochen blaugefärbt. Leider unterblieb die weitere histologische Untersuchung.

und kleinere runde oder längliche Räume, die Querschnitte der sogen. Havers'schen Kanäle (Fig. 39 *H*). Um diese herum ist die solide, aus Kalksalzen und erdigen Bestandtheilen zusammengesetzte Intercellularsubstanz schichtenweise gelagert. Zwischen den einzelnen Schichten, den sogen. Havers'schen Lamellensystemen (*HL*) oder selbst in denselben stecken die kleinen, sternförmigen, dunklen Elemente, die sogen. Knochenzellen oder Knochenkörperchen (*s*).

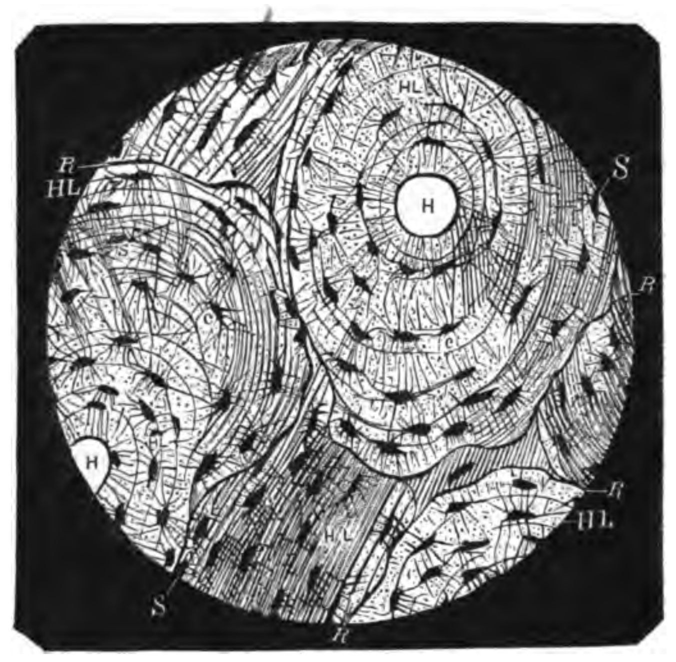


Fig. 39. Feiner Querschliff durch den Femur des Pferdes; *H* = Havers'sche Kanäle; *HL* = Havers'sches Lamellensystem; *S* = Knochenzellen- (Körperchen); *c* = Knochenkanälchen (canaliculi); *R* = Ebner'sche Kittlinien.

Die Blutgefässe und Nerven führenden Havers'schen Kanäle (*H*) (welche nach Einigen eine Membrana propria besitzen sollen, welche von Andern wieder in Abrede gestellt wird) anastomosiren durch sehr feine Röhrchen, die sogen. Knochenkanälchen (canaliculi ossis) (*c*), mit den schon vorher erwähnten sternförmigen Knochenkörperchen (*s*).

Im lebenden Knochen sind diese Knochenkörperchen — Knochenzellen, Knochenspalträume — eigentlich Safträume, wie wir solche bei den übrigen Repräsentanten der weichen Bindesubstanzen kennen gelernt haben, und welche ein mit granulirtem Kern versehenes Protoplasma einschliessen.

Dass dieses mit dem Havers'schen Kanalsystem zusammenhängende Spaltraumsystem der Knochenkörperchen im Zusammenhange mit der Ernährung des Knochens steht, ist wohl auf den ersten Blick der Anordnung einleuchtend; es wird aber diese althergebrachte Annahme durch Budge's u. A. Injectionspräparate zur Gewissheit erhoben. Es gelang auf diesem Wege, sowohl in die Havers'schen Räume, als auch durch die mit ihnen zusammenhängenden Knochenkanälchen Farbstoffe in die Knochenkörperchen selbst gelangen zu lassen.

Ein Knochenlängsschliff oder Schnitt weist folgende Verhältnisse auf.

Die Havers'schen Kanäle (Fig. 40 *H*) bilden Verzweigungen und umfassen gewissermassen Inselgebiete. In diesen nimmt wieder das durch die Knochenkörperchen (*c*) (zellen) gebildete und mittelst der Knochenkanälchen zusammenhängende Netzwerk Platz.

Das Knochenmark wird durch von Bindegewebe zusammengehaltene Gefässe, Fett-, sog. Markzellen, Lymphzellen und aus in rothe Blutkörperchen umgewandelten ähnlichen Zellen gebildet. Daneben kommen darin auch noch sogen. Riesenzellen vor, die aus grossem, granulirtem Protoplasmaleib mit mehreren oder zahlreichen darin eingeschlossenen Kernen bestehen.

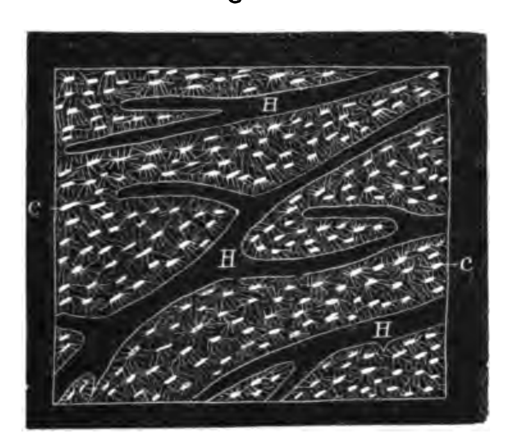


Fig. 40. Längsschliff eines Pferdeknochens; halbschematisch bei 250-facher Vergrösserung. *H* = Havers'sche Kanäle; *C* = Knochenkörperchen.

Seit Sharpey's älteren und Ranvier's, besonders aber Ebner's neueren schönen Untersuchungen sind in der Anordnung des Knochenbaues noch andere merkwürdige Verhältnisse klargestellt. Es ist nämlich die Grundsubstanz des Knochens durch mehrere unter verschiedenen Winkeln und Flächen verflochtene und mittelst Kittsubstanz verbundene Fibrillen (nach Ebner leimgebend) systemartig aufgebaut und durch die sogenannten Kittlinien (Fig. 39 *R*) in einzelne Abschnitte getheilt.

Die Kenntniss der polarisirenden Eigenschaften der Knochen haben wir ebenfalls Ranvier und Ebner zu danken, welche gefunden, dass zwischen Nicol's durch die Havers'schen Lamellensysteme des Knochens gelegen, ein schwarzes Kreuz sichtbar wird.

Allgemeines über die Organe.

Die meisten der bisher abgehandelten Gewebe bilden untereinander auf verschiedenartige Weise verbunden die Organe des thierischen Körpers.

So finden sich z. B. in der Leber sowohl die weicheren Bindesubstanzen, als die Drüsenzellen, Nerven, Blut und Lymphgefässe. In der Milz wechseln Bindegewebe, Blutgefässe, Nerven, glatte Muskelfasern miteinander ab.

Man kann im Allgemeinen sagen, dass in den einzelnen Organen — Knochen und Knorpel ausgenommen — fast sämmtliche Gewebe vertreten sind; und schliesslich können auch diese Ausnahmen nicht aus dem allgemeinen Rahmen ausgeschlossen werden, da sie mit andern Geweben ebenfalls in manchen Organen vorkommen. So findet man in dem zur Muskelsubstanz gehörigen Sehnengewebe oft Knorpel und Knochen. Umgekehrt kommen im Knochen auch andere Gewebe vor. So verlaufen in demselben, speciell in den Havers'schen Kanälen, Blutgefässe und Nerven, zudem wird das Mark desselben aus Bindegewebe, Blutgefässen, Fettzellen und andern Elementargebilden zusammengesetzt.

Das Bindegewebe figurirt als Gerippe für die einzelnen Organe, bildet auch im solidern Zustande oft deren Kapsel; es ist ferner der Träger der Gefässe (Blut- und Lymphbahnen, in der Leber auch der Gallenwege) und der Nerven in den Organen.

Eine physiologisch active Rolle kommt fast allen Zellen in den Organen zu. Die Zelle eines Organes ist von der des andern verschieden geartet; die Functionen der einzelnen Organe sind demnach auch verschiedene. Ein Organ verwandelt die in den Organismus eingeführten Substanzen; wieder ein anderes nimmt die Verwandlungsproducte auf und überführt sie in's Blut, welcher Aufgabe die Verdauungsorgane vorstehen. Andere Organe bilden aus dem Blutsaft (plasma sanguinis), mit welchem sie versorgt werden, gewisse, für den thierischen Organismus nothwendige Flüssigkeiten (Secrete), so z. B. die Drüsen. Wieder andere haben die Ausscheidung und Beförderung nach aussen der Zersetzungsproducte des Körpers zum Zwecke, so u. A. die Nieren. Endlich gibt es Organe, welche berufen sind, die zur Ernährung und physiologischen Function des Thieres unerlässlichen Säfte im ganzen Körper zu verbreiten; als da sind die Gefässe für die Blut- und Lymphcirculation u. s. w.

III. Abtheilung.

Chemische Zusammensetzung des Thierleibes.

I. Zusammensetzende Elemente des Thierleibes.

Wird ein Thier oder ein Mensch obducirt und in kleinere Theile zerlegt, so nimmt man wahr, dass derselbe ebenso in theilbare Partikel aufgelöst werden könne als die anorganischen Körper. Eine solche Theilung kann ungemein subtil ausgeführt werden; sie erstreckt sich jedoch sowohl im organischen als anorganischen Körper nicht weiter als bis zu den dieselben zusammensetzenden kleinsten Theilen, den sogen. Atomen*), welche nach dem heutigen Stande der Wissenschaft als nicht weiter theilbar betrachtet werden.

Chemische Untersuchungen lehren uns ferner, dass die organischen, den Thierleib zusammensetzenden Verbindungen aus der Mehrzahl der die anorganischen Körper darstellenden Elemente bestehen. Die einfachen Körper-„Elemente", welche den thierischen Organismus zusammensetzen, sind: Sauerstoff (O = Oxygen), Wasserstoff (H = Hydrogen), Kohlenstoff (C = Carbonium), Stickstoff (N = Nitrogen), Schwefel (S = Sulfur), Phosphor (P), Chlor (C), Natrium (Na), Kalium (K), Calcium (Ca = Kalk), Magnesium (Mg), Eisen (Fe). Selten, in geringem Maasse und nur in einzelnen Organen finden sich noch: Jod (J), Fluor (Fl), Lanthan (La), Silicium (Si = Kiesel), Mangan (Mn), Kupfer (Cu).

II. Den Thierleib bildende oder darin vorfindliche wichtigere Elemente und anorganische Verbindungen.

1. Gase.

Oxygen (O_2 = Sauerstoff). Gelangt auf dem Wege der Lungen, Haut und des Verdauungskanales in den Organismus und wird durch das Blut zu den Geweben geleitet. Einer der wichtigsten und dem Thiere unentbehrlichen Nahrungsstoffe.

Nitrogen (N_2 = Stickstoff). Kommt in Begleitung von Oxygen überall im thierischen Organismus vor. Gelangt in den Körper mit der atmosphärischen Luft, erscheint jedoch nach den Untersuchungen von Seegen, Novák und Leo Liebermann

*) Von τέμνω = theilen und dem α privativum, = untheilbar.

in kleinen Mengen auch bei der Oxydation stickstoffhaltiger Substanzen der Gewebe.

Hydrogen (H_2 = Wasserstoff). Entsteht beim Gährungsprocess in den Gasen des Magens und des Darmes. Bei der Pankreas-Verdauung in grössern Mengen vorkommend, wird es durch den Darm, die Lungen und die Haut ausgeschieden.

Sumpfgas (CH_4 = Methylwasserstoff). Ist ebenfalls ein Product des Gährungsprocesses und entsteht angeblich ebenfalls bei der Pankreas-Verdauung am häufigsten nach Genuss von Hülsenfrüchten im Dick- und Dünndarme. Soll in kleinen Mengen auch in der ausgeathmeten Luft zu finden sein.

Schwefelwasserstoff (H_2S). Ein bei Fäulniss von schwefelhaltigen organischen Substanzen entstehendes Gas; kommt im Dickdarme mit Kohlensäure gepaart (bei Fleischkost), aber auch in der Mundhöhle vor, wesshalb es in kleinen Mengen auch in der ausgeathmeten Luft gefunden wird.

Kohlensäure (CO_2). Entsteht in Folge der, sich in den Geweben und dem Blute abspielenden Oxydationsprocesse, kommt aber bei Fäulniss und Gährung auch im Darme vor. Eine kleine Menge gelangt durch die Respirationsorgane aus der atmosphärischen Luft gleichfalls in den Organismus. Ist im Organismus überall zu finden, u. z. theils suspendirt, theils chemisch gebunden (s. Physiologie des Athmens).

2. Wasser (H_2O).

Die Wichtigkeit des Wassers im Organismus erhellt daraus: 1) dass es als Lösungsmittel für die Nahrungsstoffe; 2) als Verdünnungsmittel des Blutes; 3) als wichtiger Vermittler beim Stoffwechsel (bei der Endosmose durch thierische Membranen) eine wichtige Rolle spielt; endlich weil es durch Quellung zu der Structur und Gestalt der Organe beiträgt. Selbst die härtesten Organe sind nicht wasserfrei. Es macht ohngefähr 59 % des Organismus aus.

3. Salze.

Kochsalz (Na Cl = Chlornatrium). Ist unter allen Salzen im Organismus das verbreitetste. Das Kochsalz befördert im Grossen 1) die Endosmose der Blut- und Gewebssäfte; 2) dient zur Bereitung der freien Salzsäure im Magen; 3) beschleunigt es den Stoffwechsel und 4) regt die Drüsen des Verdauungstractes zur Secretion an. Es ist ein constanter Bestandtheil der excretorischen Säfte.

Chlorkalium (K Cl) kommt in geringerem Grade vor als das vorhergehende. Man trifft es in grösserer Menge in der Nerven- und Muskelsubstanz.

Einfaches und doppelt kohlensaures Natrium und Kalium (Na_2CO_3, K_2CO_3, $NaHCO_3$, $KHCO_3$). Wenngleich die kohlensauren Salze blos aus Aschenanalysen nachgewiesen sind, so finden sich gewiss die kohlensauren Alkalien, als einfache und doppelte Verbindungen im Blute und den Gewebssäften. Die neutralen und einfachen kohlensauren Alkalien 1. nehmen die im Blute bei der Oxydation entstehende Kohlensäure während der Bildung von sauren Alkalidoppelsalzen auf; 2. erleichtern die Oxydation der organischen Substanzen und sind auf die durch das Chlornatrium ähnlich bewirkten endosmotischen Vorgänge von Einfluss.

Phosphorsaures Natrium und Kalium. Kommt im Organismus als basisches Dinatrium und Dikaliumhydrophosphat (Na_2HPO_4, K_2HPO_4) und saures Dihydronatrium und Dihydrokalium-Phosphat (H_2NaPO_4,H_2KPO_4) in beträchtlicher Menge vor.

Die phosphorsauren Alkalien erfüllen im Blute eine der Kohlensäure gleiche Aufgabe, die Phosphorsäure selbst ist für die Gewebsbildung von besonderer Wichtigkeit.

Schwefelsaures Natrium und Kalium (Na_2SO_4, K_2SO_4). Was über die kohlen- und phosphorsauren Alkalien oben angeführt wurde, gilt auch für die Sulfate. In den Gewebesäften entstehen sie beim Oxydationsprocess der Eiweissstoffe. Blos eine sehr geringe Menge von Schwefelsäure wird dem Organismus mit den Nahrungsstoffen einverleibt. Die Sulfate sind Producte des regressiven Stoffwechsels, also Excretionsstoffe.

Unterschwefligsaures Natrium und Kalium ($N_2S_2O_3$, $K_2S_2O_3$). Diese treten im Harne des Hundes und der Katze angeblich bei Fleischkost auf, wohl auch im Harne von Typhuskranken; wenn auch nach Munk es sich hiebei weniger um unterschwefligsaure Verbindungen, als um Sulfocyan- (Rhodan) säure handelt.

Chlorammonium (NH_4Cl = Salmiak). Man fand es im Speichel, den Thränen, Schweiss, Magensaft, Harne und dem Smegma praeputii; die Beweisführung hiefür steht allerdings noch aus.

Kohlensaures Ammonium ($[NH_4]_2CO_3$). Findet sich in äusserst geringer Menge vielleicht im Blute, Speichel, Harne und der ausgeathmeten Luft, kann aber auch ein Zersetzungsproduct sein. In krankhaften Processen, z. B. dem Erbrochenen Cholerakranker, und bei Blasenleiden ist im Harne kohlensaures Ammonium constatirt. In diesen Fällen stammt es von Harnstoff her. Derselbe übergeht bei Aufnahme von Wasser in kohlensaures Ammon.

Kohlensaurer Kalk ($CaCO_3$). Wird fertig mit dem Getränke und der Nahrung in den Organismus aufgenommen, doch bildet er sich theilweise im Körper durch Oxydation aus

pflanzensaurem Kalke, oder entsteht infolge gegenseitigen Zerfallens von Calciumsalzen und kohlensauren Alkalien. In fester Substanz bildet es die Knochen und Concremente (Blasen- und Speichelsteine, Otolithen des Ohres), doch ebenfalls auch in gelöstem Zustande, wenn das neutrale und unlösliche Calciumcarbonat durch Kohlensäure in saures lösliches übergeführt wird.

Neutraler und saurer phosphorsaurer Kalk [$Ca_3(PO_4)_2$, $CaH_4(PO_4)_2$, $CaHPO_4$]. Ist ein constanter Bestandtheil der thierischen Gewebe und Säfte, wovon vielleicht das einzige elastische Gewebe eine Ausnahme bildet. In grösster Menge und zwar in fester Form als $Ca_3(PO_4)_2$ trifft man es im Knochen und den Zähnen; sonst kommt es gelöst vor. Die Fleischfresser führen es sich mit dem Fleische, die Pflanzenfresser mit den Pflanzen und dem Trinkwasser zu. Ein geringer Theil davon bildet sich auch im Organismus.

Kalksulfat ($Ca\,SO_4$ = Gyps). Soll nach Einigen sowohl im gesunden als kranken Organismus gefunden werden.

Fluorcalcium (Calciumfluorid = $Ca\,Fl_2$) im Knochen und dem Email der Zähne. Spuren davon finden sich angeblich im Blute und Hirne.

Magnesiumsalze. Da das Magnesium als Begleiter des Kalkes auftritt, so wird es im Organismus überall zu finden sein, wo letzterer vorkommt. Im Knochen ist sehr wenig davon, in der Thymusdrüse, im Pferde- und Rindfleische jedoch ist mehr von der Magnesium- als von der Kalkverbindung vorhanden.

Das Magnesium-Ammoniumphosphat [phosphorsaure Ammoniakmagnesia = $Mg\,(NH_4)\,PO_4 + 6H_2O$) ist kein normaler Bestandtheil des Organismus. Bei mit Ammoniakbildung einhergehender Zersetzung entsteht es auf die Weise, dass das Ammoniak sich mit dem sauren, phosphorsauren Magnesium verbindet. Man findet es im zersetzten Harne, doch auch in der Blase, wenn das Secret der katarrhalischen Schleimhaut den Harn zur Zersetzung bringt. Mikroskopische Kristalle davon sieht man in den Fäces, häufig auch im Urine von Schwangern.

Elemente, deren Verbindungen im Organismus mehr minder unbekannt sind.

Eisen. Constantes Vorkommen im Hämoglobin (den rothen Blutkörperchen). Nach diesem am reichlichsten in der Galle vertreten. Als Oxyd findet es sich noch in der Milzsubstanz und im Knochenmarke.

Mangan (als Begleiter des Eisens), Kupfer, Zink, Blei und Arsen werden spurenweise im Organismus getroffen, sie gelangen aber nur zufällig auf dem Wege der Nahrungsmittel

oder der Getränke in denselben. Schliesslich ist das Silicium auf die Haar- und Federnbildung von Einfluss.

4. Freie Säuren.

Salzsäure (HCl). Entstammt den Chlorsalzen im Organismus, vielleicht auf neurotischem Wege oder auf dem der Elektrolyse. Dieselbe ist nach Richet im Magensaft an Leucin gebunden, und bildet mit dem Pepsin die Verdauungsflüssigkeit für Eiweissstoffe.

Schwefelsäure (H_2 SO_4) ist frei bis nun blos im Safte der Speicheldrüsen einer grossen sicilianischen Schneckenart, der Dolium galea, in kleiner Menge angetroffen worden.

III. Organische Substanzen.

1. Stickstofflose.

a) Fette.

Die Fette gehören zu den aus Glycerin und Fettsäuren zusammengesetzten neutralen Verbindungen. Sie kommen im thierischen Körper in dreierlei Art vor; 1. als stearinsaures Glycerin [$C_3H_5O_3(C_{18}H_{35}O)_3$] (auch Tristearin genannt, weil 3 Volum Stearinsäure mit Glycerin neutrales Fett geben), aus welchem die festen Fette gebildet werden; 2. als palmitinsaures Glycerin (Tripalmitin) [$C_3H_5O_3(C_{18}H_{31}O)_3$], aus dem die halbfesten Fette zusammengesetzt sind, endlich 3. als oleinsaures Glycerin (Triolein) [$C_3H_5O_3(C_{18}H_{33}O)_3$], aus dem überwiegend die flüssigen Fette im Körper entstehen. Das Fett ist im Organismus sehr verbreitet, und macht etwa 2.5—5 % des Gesammtgewichtes aus. Es ist entweder in den sogen. Fettzellen, oder als freies Fett vorhanden, oder es erfüllt in Gestalt feinster Tröpfchen die Zellen des Organismus; endlich stellt es in der Milch Kügelchen dar. Es bildet sich im Organismus theilweise aus dem Fettstoffe der Nahrungsmittel; ebenso tragen die Eiweissstoffe zur Bildung desselben bei.

Cholesterin ($C_{27}H_{44}O = C_{27}H_{43}OH$). Eine im Körper gleichfalls verbreitete Substanz, kommt in grosser Menge in der Galle und den (menschlichen) Gallensteinen vor, bildet einen Bestandtheil des Gehirnes, der Nerven, des Eidotters, des Blutes, des Hauttalges, des Smegma praeputii, des Kindspeches (meconium), der Fäces, vieler krankhafter Producte und Flüssigkeiten. Ebenso trifft man es in manchen Pflanzensamen, den Hülsenfrüchten und Cerealien. Seine Entstehung und functionelle Wirkung ist bisher unermittelt.

Isocholesterin ($C_{26}H_{44}O$) findet sich neben Cholesterin im Fette des Wolfes. Möglicherweise ähnlich dem von Hesse in der Calabarbohne und der Erbse gefundenen Phytosterin.

b) Kohlehydrate.

Hieher gehören:

Das Glycogen (Leberzucker) (wahrscheinliche Formel: $C_6H_{10}O_5$, oder nach Böhm und Hofmann: $C_6H_{10}O_5 + H_2O$) in der Leber entstehend, kommt im geringen Maasse auch in den Muskeln vor, und wissen wir seit Claude Bernard, dass es im embryonalen Gewebe in grosser Menge zu finden ist. Es färbt sich bei Jodzusatz rothbraun.

Der Traubenzucker ($C_6H_{12}O_6 + H_2O$) in der Leber, im Blute, im Chylus.

Ist in sämmtlichen thierischen Flüssigkeiten durch die Heller, Trommer und Böttger'sche Reaction oder quantitativ nach der Fehling-schen Methode nachweisbar.

Heller'sche Zuckerprobe: Zu der zu untersuchenden Flüssigkeit wird Kali oder Natronlauge in gleicher Menge zugesetzt und dann erwärmt; bei Vorhandensein von Zucker wird die Flüssigkeit nach dem Zuckergehalte mehr minder infolge der Reduction (Absorption des Sauerstoffes) des Kohlenstoffes im Zucker gebräunt.

Trommer'sche Probe: Man fügt der zu untersuchenden Flüssigkeit in gleicher Menge Kali oder Natronlauge, dann ein wenig schwefelsaures Kupferoxyd bei und erwärmt. Bei Gegenwart von Zucker wird infolge der Reduction des Kupfers rothes Kupferoxydul oder gelbes Kupferoxydulhydrat ausgefällt.

Die Böttger'sche Probe wird ausgeführt, indem man die zu untersuchende Flüssigkeit mit Natronlauge versetzt und dann etwas salpetersaures Bismuthoxydul (Magisterium Bismuthi) hinzufügt und erhitzt. Bei Gegenwart von Zucker wird das metallische Bismuth reducirt und bildet einen Bodensatz von schwärzlichem Pulver.

Die Fehling'sche Methode zur quantitativen Analyse beruht darauf, dass weinsteinsaures Natrium, Natronlauge und schwefelsaures Kupferoxyd in gewissen Theilen derartig gemischt werden, dass ein bestimmtes Quantum der Lösung einer ebenfalls vorher bestimmten Menge Zuckers entspricht, d. h. eine dem bestimmten Quantum Zucker entsprechende Kupfermenge dadurch reducirt wird. Aus der bis zur vollständigen Kupferoxydulreduction im Porzellantiegel oder Glasgefäss erwärmten und aufgebrauchten Lösung kann — da das Verhältniss vorher bestimmt ist — der Procentsatz des Zuckers genau ausgerechnet werden.

Das Inosit ($C_6H_{12}O_6 + H_2O$ = Muskelzucker) in der Muskelsubstanz; wurde zuerst von Scherer aus der Herzmuskulatur in Kristallen dargestellt. Es wird im Pferdefleische, dem Blute und Harne und anderen Organen des Rindes, sogar in der Echinococcusflüssigkeit der Schafe gefunden und vom Organismus selbst gebildet.

Der Milchzucker ($C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$) in der Milch, vom Organismus selbst und wahrscheinlich in den Brustdrüsen gebildet; wird im Organismus zu Traubenzucker umgewandelt.

Das Dextrin ($C_6H_{10}O_5$) kommt in geringer Menge im Fleischsafte und im Blute der Pflanzenfresser vor, ist hingegen in den Pflanzen sehr verbreitet. Jodzusatz färbt dasselbe purpurroth. Brücke unterscheidet zwei Arten desselben. Die eine färbt sich mit Jod roth (Erythrodextrin), die andere hingegen bleibt ungefärbt (Achroodextrin); beide waren übrigens schon Nasse bekannt, der das letztere mit dem Namen Dextrinogen belegte.

Das Tunicin, ein im Pflanzenreiche sehr verbreiteter, der Cellulose ähnlicher Stoff, kommt bei Thieren blos im Mantel der Ascidien vor.

c) Säuren und Phenole.

Ameisensäure (CH_2O_2). Das giftige Excret der Ameisen findet sich in der Milz, Pankreas und Thymusdrüse höher organisirter Thiere, im Muskelserum, dem Gehirne und Blute Chlorotischer, dann im Harne und Schweisse vor (in letzteren als ameisensaure Salze); die Ameisen besitzen die freie Säure. Im Organismus entsteht dieselbe bei Oxydation sowohl von Eiweissstoffen als auch stickstofflosen Substanzen.

Essigsäure ($C_2H_4O_2$). Im Serum mancher Drüsen (so der Milz) und Muskeln, in der Galle, dem Schweisse und Blute Chlorotischer; endlich bei zucker- und stärkemehlhaltigem Mageninhalt (bes. bei Magenkatarrh) vorkommend. Blut von Thieren, die mit in Alkohol getränkten Nahrungsstoffen ernährt wurden, enthielt gleichfalls manchmal Essigsäure.

Oxalsäure ($C_2H_2O_4$). Ist bisher als freie Säure im Thierkörper nicht entdeckt worden, findet sich aber an Kalk gebunden in Nierenbecken- und Blasenconcrementen. Kommt auch ohne Steinbildung im Harne bei reichlichem Genuss kohlensaurer Getränke, ferner bei Pflanzenkost und Gebrauch kohlensaurer Alkalien vor. Ein Theil davon bildet sich aus den aufgenommenen Nahrungsmitteln, der andere jedoch im Organismus selbständig. Es wird angenommen, dass sie aus dem Harnstoffe (einem Derivat der Eiweisskörper) entstehe.

Propionsäure ($C_3H_6O_2$) (Metacetansäure), kommt angeblich im Schweisse, in der Galle und dem Mageninhalte (besonders Cholerakranker) vor.

Milchsäure ($C_3H_6O_3$). In zweierlei Gestalt im Organismus vorhanden, als sogen. Gährungsmilchsäure, und als Fleischmilchsäure (Paramilchsäure). Letztere findet sich vorzugsweise im Fleische, doch nach den Untersuchungen von Maly auch bei der Gährung gewisser Zuckerarten, ferner in krankhaften Zuständen.

Die Gährungsmilchsäure ist ein im Organismus weitver-

breiteter Körper, und kann im Magen, Dünn- und Dickdarm, in Drüsenorganen, bei Erkrankungen ausserdem noch in anderen Organen und Secreten nachgewiesen werden.

Buttersäure ($C_4H_8O_2$) als gewöhnliche Gährungsbuttersäure im Schweisse, einigen Drüsen und dem Muskelserum vorfindlich, ebenso im Magen- und Darminhalt. Sie entsteht im Organismus infolge Fäulnissgährung aus stärke- und zuckerartigen Substanzen bei Bildung von Milchsäure.

Bernsteinsäure ($C_4H_6O_4$). Tritt im menschlichen Harne nach Spargel- und Apfelsäuregenuss auf und ist in Echinococcuscysten des Menschen gleichfalls nachgewiesen worden. Bei Hunden nach reichlicher Zufuhr von benzoësaurem Natron; in kleinen Mengen auch im amerikanischen Fleischextracte vorgefunden. Endlich konnte man sie auch im Harne des Rindes und Hundes nachweisen. Wahrscheinlich entsteht dieselbe im Organismus aus Eiweisskörpern. Aus dem Geruche des Schweisses schloss man auf das Vorkommen von Capron- ($C_6H_{12}O_2$), Capryl- ($C_8H_{16}O_2$) und Caprinsäure ($C_{10}H_{20}O_2$) in demselben.

Valeriansäure ($C_5H_{10}O_2$) ist bisher nur bei krankhaften Verhältnissen im Harne gefunden.

Benzoësäure ($C_7H_6O_2$), im Harne, Smegma praeputii, und im Schweisse, entstammt wahrscheinlich irgend einem Gährungsprocesse der Hippursäure und wird als solche im Organismus nicht gebildet.

Oxymandelsäure ($C_8H_8O_4$) nur bei krankhaften Zuständen im Harne.

Oleophosphorsäure. Im Gehirn und Rückenmarke, den Nieren und der Leber.

Glycerinphosphorsäure ($C_3H_9PO_6$). Im Gehirn, den Nerven, im Eidotter, im Blute, Eiter, Exsudaten, dem Harne Chlorotischer; nach Einigen auch im normalen Harn vorfindlich; ist ein Zersetzungsproduct des Lecithins.

Phenol (C_6H_6O). Wurde zuerst im Pferdeharne als constanter Bestandtheil nachgewiesen, später auch für den Menschen constatirt. Wird frei sehr selten gefunden, gewöhnlich kommt es als Phenylschwefelsäure ($C_6H_5OSO_3H$) vor. Es ist anzunehmen, dass ein Theil desselben bei Fäulniss von Eiweisskörpern entstehe.

Kresol (C_7H_8O). Mit Schwefelsäure gepaart im Harne von Kühen und Pferden aufgefunden. Städeler benannte diesen Stoff im Kuhharne: Taurylsäure; Baumann erwies ihn als Kresolschwefelsäure; den Nachweis desselben beim Menschen verdankt man Krieger. Wir kennen drei isomere Formen des Kresol: das Parakresol, Metakresol und das Orthokresol. Ersteres kommt zumeist im Organismus vor; im Pferdeharn fand Preusse das Orthokresol.

2. Stickstoffhaltige Bestandtheile.

a) Eiweissartige Stoffe (Albumine).

Als Gewebsbildner und wichtigste Nahrungsmittel nehmen dieselben unter allen den Organismus zusammensetzenden Substanzen den ersten Platz ein. Im reinen Zustande dargestellt sind sie amorph, ihre chemische Reaction neutral.

Die Zusammensetzung ist:

Albumine enthalten in 100 V.-Theilen:

C =	52·7 — 54·5	Theile
H =	6·9 — 7·3	„
N =	15·4 — 16·5	„
O =	20·9 — 23·5	„
S =	0·8 — 2·0	„

Theils ausserhalb, theils im Organismus resultiren aus denselben unter Oxydations- und Gährungsprocessen folgende Zersetzungsproducte: Leucin, Tyrosin, Glycocoll, Asparaginsäure, Glutaminsäure, Butalanin, Amidovaleriansäure, Amido-Oenanthylsäure, Oxalsäure, Benzoësäure, Indol, Carbolsäure, Ammoniak, schweflige Säure, Stickstoff, Hydrogen u. s. w., ferner eine ganze Reihe der Fettsäuren, Essigsäure, Propionsäure, Buttersäure u. a.

Nach Hoppe-Seyler können wir die Eiweisskörper in folgende Abtheilungen einordnen.

Albumine. Sind im Wasser löslich, werden durch diluirte Säuren und kohlensaure Alkalien, Kochsalz nicht gefällt. Beim Erhitzen gerinnen ihre Lösungen.

Hieher gehören: das Serumalbumin und das Eiweiss (Eialbumin).

Globuline. Lösen sich im Wasser nicht, hingegen in Kochsalzlösung und werden aus diesen Lösungen beim Erhitzen durch Gerinnung gefällt. Sie sind in sehr diluirter Salzsäure — in Syntonin umgewandelt — löslich.

Hieher zählen wir: das Vitellin (aus dem Eidotter), das Myosin (Muskeleiweiss), die fibrogene und die fibrinoplastische (Paraglobulin) Substanz (Fibringeneratoren) (s. das Blut im speciellen Theile).

Fibrine. Sie sind in Wasser und Kochsalzlösung unlöslich, quellen aber in diluirter Salzsäure auf. Beim Erhitzen erstarrt die gequollene Substanz.

a) Thierisches Fibrin. Ein solider Eiweisskörper, der sich bei der Gerinnung des Blutes, Chylus, und der Lymphe, ebenso bei Erstarrung seröser Exsudate bildet und aus der Vereinigung der erwähnten fibrogenen und fibrinoplastischen Substanz entsteht (s. Blut im speciellen Theile).

b) Pflanzliches Fibrin. Im Kleber der Cerealien vorfindlich, doch mit dem Thierfibrin nicht identisch.

Albuminate (Eiweissmodificationen). Gerinnen beim Kochen nicht, sind in Wasser und Kochsalzlösungen unlöslich, frisch gefällt in sehr diluirter Salzsäure löslich, ebenso in kohlensauren Alkalien.

Hieher gehören das Caseïn, in der Milch vorkommend, dann die Alkalialbuminate (Alkalieiweissderivate).

Analog diesen ist auch das Legumin, aus den Kernen der Hülsenfrüchte, auch pflanzliches Caseïn genannt; in Laugen löslich, durch Säuren fällbar.

Acidalbuminate (Syntonine). Im Wasser und Kochsalz unlöslich, hingegen in sehr diluirter Salzsäure leicht löslich, werden sie bei Neutralisirung der Lösung und bei Gegenwart phosphorsaurer Alkalien ausgefällt.

Das Syntonin (Muskelfibrin) ist eine gallertige, aus dem Muskel und Albumin durch Behandlung mittelst Salzsäure und Neutralisiren fällbare Substanz.

Amyloidsubstanzen. In Wasser, diluirten Säuren und kohlensauren Alkalien unlösliche Substanzen, quellen in Kochsalzlösungen auf, geben auf Jodzusatz rothbraune, sogar violette Reaction. Kommen infolge krankhafter sogenannter amyloider Degeneration im Nervensystem und andern Organen zu Stande.

Coagulirte Albuminate. Sind in Wasser, diluirter Salzsäure und kohlensaurer Natronlösung unlösliche, mit Jod sich gelb färbende Substanzen.

Peptone (verdaute Albuminate). In Wasser löslich, werden weder durch Säuren, Alkalien, noch durch Erhitzen gefällt (s. Ernährung im speciellen Theile).

Die nachfolgenden Substanzen werden ebenfalls den Albuminaten beigezählt, doch ist deren Charakter noch nicht bestimmt.

a) Paralbumin und Metalbumin; zuerst in den Ovarialcysten vorgefunden, sind fadenziehende, schleimige Substanzen, wahrscheinlich ein Gemisch von Albuminaten und Mucin (Schleimsubstanz).

b) Protsäure, im Fleisch der Fische;

c) Ichthin, Ichthidin und Ichthulin im Rogen der Fische;

d) Emydin im Rogen der Schildkröten.

Wichtigste Reactionen der Albuminate:

a) Sie geben mit Salpetersäure versetzt einen Niederschlag, der nach kurzem Stehen in der Kälte eine gelbe Färbung annimmt; in der Wärme wird der Niederschlag massiger und zeigt citronengelbe Färbung (die sogen. Xanthoproteinsäure-Reaction).

b) Mit Salpetersäure und Ammoniak (auch mit Natronlauge versetzt) wird der Niederschlag orangefarben.

c) Mit Rohrzuckerlösung und Schwefelsäure tritt eine purpurfarbene Reaction ein (die übrigens auch bei den Gallen- und Fettsäuren eintritt).

d) Beim Erhitzen mit Millon's Reagens*) geben sie einen kuchenartigen purpurrothen Niederschlag.

e) Das gewöhnliche Albumin gerinnt schon bei einfachem Erhitzen.

b) Albuminoide (Eiweissderivate).

Collagen (Knochenleimbildner). Die Grundsubstanz der Knochen und des Bindegewebes; gibt beim Kochen Leim (Glutin, *colla*) und enthält in 100 Theilen

C = 50·4 Theile
H = 7·1 „
N = 18·2 „
O = 23·7 „
S = 0·5 „

Das Glutin ist in Alkohol und Aether nicht, in warmem Glycerin dagegen löslich; nach Einäscherung findet man phosphorsauren Kalk darin. Wird durch Alkohol und Tannin gefällt.

Elastin (elastische Substanz) kommt neben dem Collagen im Bindegewebe vor, hat aber keinen Schwefelgehalt wie die Albuminate; enthält in 100 Theilen

C = 55·55 Theile
H = 7·11 „
N = 16·52 „
O = 20·82 „

Nach Hilger soll das Elastin im Eidotter und in der Ovarialkapsel der Natter vorkommen.

Nuclein. Ein phosphorhaltiger, zuerst von Miescher im Samen (Sperma) entdeckter Körper. Seine Procentzusammensetzung ist nicht mit Sicherheit ermittelt, es enthält jedoch keinen Schwefel. Bisher im Eidotter (Miescher), im Caseïn der Kuhmilch (Lubaven), in den Kernen der rothen Blutkörperchen der Amphibien und Vögel, ferner in den Leberzellen (P. Plósz), in den Kernen der Eiterkörperchen (Miescher), im Sperma des Lachses und des Stieres (Miescher, Sertoli) und im Gehirne (Jaksch) gefunden.

Keratin (Hornsubstanz). Steht in seiner Zusammensetzung den Albuminaten zunächst, doch mit bedeutenderem Schwefelgehalt. Das Keratin des Haares enthält in 100 V.-Theilen

C = 50·65 Theile
H = 6·36 „
N = 17·14 „
O = 20·85 „
S = 5·00 „

---

*) Quecksilber in gleichem Volum conc. Salpetersäure (von 1,41 sp. Gew.) gelöst und mit 2 Vol. Wasser versetzt. Nach zeitweiligem Stehen ist die vom kristallinischen Niederschlag abfiltrirte Flüssigkeit zu gebrauchen.

Die Hornsubstanz der Nägel hingegen:

C = 51·00 Theile
H = 6·94 „
N = 17·51 „
O = 21·75 „
S = 2·80 „

Am schwefelärmsten ist die Epidermis, dieselbe enthält blos 0·74%.

Das Fibroin ist der Hauptbestandtheil der Seide. Löst sich in concentrirten Säuren und Laugen auf. Das Sericin (Seidenleim) wird aus dem Fibroin dargestellt, indem man das letztere unter hohem Druck in Wasser kocht. Man muss dieselben, trotzdem sie schwefellos sind, zu den Hornsubstanzen zählen.

Die pflanzlichen Albuminoide sind: der Pflanzenleim (Pflanzen-Glutin, Gliadin), welcher mit dem Pflanzenfibrin den Kleber des Getreides bildet. Jener löst sich in heissem Alkohol, dieser aber nicht. Im Kleber kommt dann noch das Pflanzen-Mucin (Pflanzenschleim) vor. Hieher gehören die stickstoffhaltigen Gährungsstoffe der Pflanzen; nämlich die Diastase und das Emulsin.

Das thierische Mucin enthält nach Hoppe:

$C_{25\cdot2}$ $H_{7\cdot0}$ $N_{12\cdot6}$ $O_{28\cdot2}$ %.

Das pflanzliche Glutin nach Boussingault:

$C_{53\cdot4}$ $H_{7\cdot7}$ $N_{13\cdot5}$ $O_{25\cdot4}$ %.

Das Pflanzen-Mucin nach Ritthausen:

$C_{54\cdot1}$ $H_{6\cdot0}$ $N_{0\cdot8}$ $O_{21\cdot5}$ %.

Chondrigen (Knorpelleimbildner). Bildet die Grundsubstanz des Knorpels und gibt gekocht das Chondrin (Knorpelleim). Ist um 3% stickstoffärmer als das Glutin und wird durch mehrere Säuren (Essig-, Salz-, Schwefelsäure) als auch durch Salze (Alaun, Eisen-, Kupfer-, Blei-, Silber- und Quecksilbersalze) gefällt. Mit Säuren gekocht, resultirt daraus bei Vorhandensein stickstoffhaltiger Zersetzungsproducte eine zuckerartige Substanz, die Chondroglycose. (Die Cornea gibt gekocht eine leimartige Substanz, welche nach Einigen Chondrigen sein soll, doch könnte dieselbe auch Mucin sein.) Es ist höchst wahrscheinlich, dass das Chondrigen eine Vorstufe des Collagens ist.

Mucin (Schleimsubstanz). Es bildet den schleimigen Bestandtheil der Säfte und gewisser Gewebe, quillt im Wasser auf (und ist löslich) und kann aus den wässerigen Lösungen (?) mittelst Essig- und Mineralsäuren auch durch Alkohol gefällt werden. Dieser Niederschlag löst sich im Ueberschuss der Niederschlagsflüssigkeit nicht. (Unterschied gegenüber dem Albumin.) Ebenso wenig schlägt es sich beim Kochen nieder.

Seine Zusammensetzung ist nach mehreren Untersuchenden die folgende.

Stoff	Woher?	Untersucher	in 100 Theilen			
			C	H	N	O
Mucin	aus der krankhaften Cyste des Menschen	Scherer	52·17	7·01	12·64	28·18
„	aus der Schnecke	Eichwald	48·94	6·81	8·50	35·75
„	aus dem Schleim der submaxill. Drüse des Kindes .	Obolensky	52·31	7·22	11·84	28·63
„	aus der Haut von Holothuria	Hilger	48·8	6·9	8·8	—

Mucin enthält keinen Schwefel.

Pyin und Colloidin sind dem Mucin sehr nahestehende Substanzen. Jenes entsteht in sich zersetzenden Eiern und krankhaften Exsudaten, dieses in Ovarialcysten.

c) Hämoglobin (Hämatoglobulin, Hämatokristallin).

Ein die rothen Blutkörperchen färbender, eiweissartiger Stoff, der bei Zersetzung (beim Erhitzen oder Zusatz diluirter Säure oder Alkali) in eine albuminoide Substanz (das Globulin) und in ein eisenhaltiges Pigment (das Hämatin) zerfällt und unter bestimmten Umständen auch kristallisirt.

Das kristallisirte Hämoglobin enthält in 100 Theilen

	Beim Hund	Pferd	Meerschweinchen	Eichhörnchen	Gans
C =	53·85	54·87	54·12	54·09	54·26
H =	7·32	6·97	7·36	7·39	7·10
N =	16·17	17·31	16·78	16·09	16·21
O =	21·84	19·73	20·68	21·44	20·69
S =	0·39	0·65	0·58	0·40	0·54
Fe =	0·43	0·47	0·48	0·59	0·43
P_2O_5 =*)	—	—	—	—	0·77

(s. Hämoglobin bei „Physiologie des Blutes“ im speciellen Theile).

d) Cerebrin ($C_{17}H_{33}NO_3$).

Es ist bisher unbestimmt, ob diese Substanz ein chemisches Individuum oder blos ein Gemenge sei und stellt ein feines, weisses, in Wasser unlösliches, in Alkohol und Aether sich lösendes Pulver dar. Wurde bisher im Gehirne, dem Nervenmark und in den Eiterzellen gefunden; für den Eidotter ist dessen Vorkommen noch fraglich.

---

*) Im Gansblute wahrscheinlich aus dem Lecithin gebildet

e) Lecithin ($C_{44}H_{90}NPO_9$).

Eine in Nadeln kristallisirende, in warmem Aether und Alkohol lösliche Substanz, welche bei Zersetzung in Neurin, Glycerinphosphorsäure und Stearin- oder Palmitinsäure zerfällt. Im Gehirne, der Nervenmarkscheide, im Eidotter, Sperma, Blut, Milch, Galle und in einigen Geschwülsten bisher gefunden.

f) Das Protagon ($C_{116}H_{241}N_4PO_{22}$ nach Liebreich),

früher für ein Gemenge von Lecithin und Cerebrin gehalten, wurde neuerer Zeit als selbständige Verbindung von Gamgee und Blankenhorn beschrieben und mit der Formel $C_{160}H_{308}N_5PO_{35}$ versehen.

Stickstoffhaltige Zersetzungsproducte.

Schwefelfreie Producte.

Harnstoff (Ureum = CH_4N_2O). Eine stickstoffhaltige, in vierseitigen rhombischen Kristallen kristallisirende, bei der höchsten Oxydation der Albuminate und durch Spaltung entstehende Substanz, kommt in den Gewebssäften und (in grösster Menge) im Harne, nebenbei im Gehirne, den Lungen, Leber, Milz, im Glaskörper, der Augenlinse, dem Humor aqueus und in der Amniosflüssigkeit vor. Löst sich leicht in Wasser und Alkohol, hingegen nicht in Aether. Bei Gegenwart von Wasser zerfällt er unter gewöhnlicher Temperatur und bildet dann kohlensaures Ammonium.

Amidoessigsäure (Glycocoll, Glycin $C_2H_5NO_2$). Die grossen Kristalle sind im Wasser leicht, im Alkohol schwer löslich. Selbständig nur in einigen essbaren Muscheln, hingegen im Organismus in Verbindung mit organischen Säuren gefunden: so in der Glycochol- und der Hippursäure (Pferdeharnstoff) und bildet sich bei Zersetzung der Albuminate und des Leimes, ebenso bei der Pankreasverdauung.

Oxalsäure ($C_3H_4N_2O_4$). Nur in kleinen Mengen im Harne vorfindlich.

Alloxan ($C_4H_2N_2O_4$). Ein Oxydationsproduct der Harnsäure.

Allantoin ($C_4H_6N_4O_3$). Entsteht aus der Harnsäure bei Behandlung mit oxydirenden Reagentien. Es findet sich in der Allantoisflüssigkeit des Embryo, im Harne Neugeborner, aber auch in dem Erwachsener nach Tanningenuss, wurde ferner im Harne Schwangerer nachgewiesen; dessgleichen fand es sich bei Hunden im Harne, wenn sie mit Harnsäure genährt wurden.

Kreatin ($C_4H_9N_3O_2 + H_2O$). In allen thierischen Muskeln und im Fleischextracte vorkommend. In kleinen Mengen trifft man dasselbe im Gehirn und Blute, manchmal im Harne, doch hält man es hier für ein Zersetzungsproduct des im Harne normal vorkommenden Kreatinins.

Kreatinin ($C_4H_7N_3O$). Im Harne gefunden; sein Vorkommen von Einigen für das Blut, Amniosflüssigkeit und die Muskelsubstanz angenommen.

Asparaginsäure ($C_4H_7NO_4$) und Glutaminsäure ($C_5H_9NO_4$) sind wohl bisher im Organismus nicht nachgewiesen worden, jedoch Zersetzungsprodukte des Albumins, sowohl bei Säure- als Basenwirkung und der Pankreasverdauung entstanden.

Amidovaleriansäure ($C_5H_{11}NO_2$). Bildet sich im Pankreas bei Fäulniss desselben in Gegenwart von Albuminaten.

Guanin ($C_5H_5N_5O$). Kommt im Pankreas, der Leber, Lunge und in den Fäces vieler Thiere vor.

Hypoxanthin (Sarkin = $C_5H_5N_4O$). Ist bisher nur im Blute Chlorotischer und bei acuter gelber Leberatrophie gefunden.

Xanthin ($C_5H_4N_4O_2$). Bildet selten Harnsteine. Kann im Harne nach Einnehmen von Schwefelleber und Einreibungen mit Schwefelsalben; ausserdem im Pankreas, der Milz, Leber und den Muskeln nachgewiesen werden.

Harnsäure ($C_5H_4N_4O_3$). Ein fixer Bestandtheil des Harnes, besonders bei Fleischfressern, ist übrigens in der Milz, Leber, Pankreas, Gehirn und den Muskeln, aber auch in einigen pathologischen Veränderungen constatirt (z. B. in den Gichtknoten, bei Rheumatismus in den Gelenken).

Leucin ($C_6H_{13}NO_2$). In der Leber, Pankreas, Schilddrüse, Speicheldrüsen und im Magensaft u. a. O. Unter pathologischen Umständen in der Milz, der Galle (bei Leberkrankheiten) und sogar im Harne. Es entwickelt sich aus Albuminaten.

Tyrosin ($C_9H_{11}NO_3$). In Begleitung von Leucin trifft man es in der Milz und im Pankreas, ferner bei Leberkranken in der Leber, im Milzvenen- und dem Pfortaderblute; in acuter, gelber Leberatrophie als kristallinischen Bodensatz im Harn. Entstammt gleichfalls den Albuminaten.

Hippursäure (Pferdeharnstoff = $C_9H_9NO_3$). In kleinen Mengen im menschlichen Harn; bei Pflanzenkost in vermehrter Menge vorfindlich, in grosser Menge im Harne der Pflanzenfresser zu treffen. Bei Einnahme von Benzoësäure vermehrt sich der Hippursäuregehalt des Harnes. Es ist für die Bildung der Hippursäure im Organismus nicht unwahrscheinlich, dass die bei Oxydation der Albuminate entstehende Benzoësäure sich mit dem aus gleicher Quelle entstammenden Glycocoll vereinigt.

Inosinsäure ($C_{10}H_{14}N_4O_{11}$). In der Muskulatur vieler

Thiere, bei Hühnern, Enten und Gänsen in grosser Menge im Fleische.

Indol (C_8H_7N). Entsteht bei Fäulniss der Albuminate im Pankreassaft. Ist ein constanter Bestandtheil der Fäces, deren penetranten Geruch es hauptsächlich bedingt. Es bildet sich unter dem Einflusse des Pankreas. Von dem Darme aufgesogen, erscheint es im Harne oxydirt und mit Schwefelsäure zu einem Indigo bildenden Stoffe vereinigt, der Indigoschwefelsäure (Indoxylschwefelsäure = $C_8H_7NSO_4 = C_8H_6OHSO_3$), welcher Name für den ältern „Indican" derselben Substanz nunmehr empfohlen wird. Er geht bei Oxydation in Indigoblau über.

Skatol (C_9H_9N). Entsteht aus faulendem Albuminat mit Pankreasextract und ist als constant für die Fäces des Menschen nachgewiesen und der charakteristische Geruchsstoff derselben.

Endlich ist noch das Excretin, ein dem Cholesterin ähnlicher Stoff, nicht minder eine stinkende ölige Substanz, die Excretolinsäure, aus den menschlichen Fäces dargestellt worden.

Gallensäuren.

Glycochol- und Taurocholsäure kommen als glycocholsaures und taurocholsaures Natrium — seltener Kalium an diese gebunden in der Galle vor, erstere in kleinerer, letztere in grösserer Menge. Die Glycocholsäure ($C_{26}H_{43}NO_6 + H_2O$), mit Säuren oder Alkali gekocht, zerfällt in Cholsäure (Cholalsäure = $C_{24}H_{40}O_5$) und Glycocoll ($C_2H_5NO_2$); hingegen die Taurocholsäure $C_{26}H_{45}NSO_7 + H_2O$) unter ähnlichen Umständen in Cholsäure und Taurin ($C_2H_7NSO_3$).

Derivate der Cholsäure sind die Choloidinsäure ($C_{24}H_{38}O_4$) und das Dyslysin ($C_{24}H_{36}O_3$). Sie werden in der Leber erzeugt (s. Function der Leber im speciellen Theile).

Die schwefelhaltigen Verbindungen des Stoffwechsels.

Sulphocyansäure (Rhodan-Kalium = CNHS). Ist an Alkalien gebunden im Secret der Parotis des Menschen (der Thiere nicht) und im Harne constant zu finden. Nicht erwiesen ist ihr Vorkommen im Blute, ebenso ihre Entstehungsart bis nun unbekannt.

Taurin ($C_2H_7NSO_3$). In der Niere einiger Thiere, den Lungen, Darminhalt und Excrementen zu finden, ebenso als Taurocholsäure mit Cholsäure vereinigt in der Galle des Menschen und vieler Thiere. Entsteht im Darme wahrscheinlich infolge Spaltung der Taurocholsäure.

Cystin ($C_3H_7NSO_2$). Bestandtheil der Nieren- und Blasensteine, ist sowohl im Harnbodensatz (bei Cystinurie) als auch im Schweisse nachgewiesen worden.

Pigmente.

Gallenfarbstoffe.

Bilirubin ($C_{16}H_{18}N_2O_3$). Kommt in der Galle in gelöstem Zustande, in den Gallensteinen des Menschen und des Kindes an Kalk gebunden vor (Bilirubinkalk), und entstammt wahrscheinlich dem Blutfarbstoffe.

Die übrigen Gallenfarbstoffe, als das Biliverdin ($C_{16}H_{18}N_2O_4$), das blaue Bilicyanin, das braune Bilifuscin, vielleicht auch das schwarze Bilihumin sind lauter Oxydationsproducte des Bilirubin. Der violette Gallenfarbstoff setzt sich aus dem rothen und blauen zusammen. Das höchste Oxydationsproduct des Bilirubins: Maly's Choletelin (mit der Wahrscheinlichkeitsformel von $C_{16}H_{18}N_2O_6$), ist ein braungelbes Pulver. Mit Natronamalgam reducirt bildet es das Hydrobilirubin ($C_{32}H_{40}N_4O_7$ Maly), welches mit dem von Jaffé im Harne Fieberkranker entdeckten Urobilin identisch ist und nach Hoppe-Seiler aus dem Hämatin herstammt, wenn letzteres mit Zinn und Salzsäure reducirt wird. Nach den Untersuchungen von L. Liebermann entsteht es auch auf Reduction des Choletelins. Das Hydrobilirubin wird in den Fäces, dem Harne Fieberkranker (oft auch im normalen) und in der frischen menschlichen Galle nachweislich und entsteht wahrscheinlich aus Bilirubin. In krankhaften Affectionen [Icterus (Gelbsucht)] gelangen die Gallenfarbstoffe in's Blut, die Gewebesäfte und in den Harn, und verleihen dem Körper die charakteristische gelbliche (gelbbräunliche) Färbung.

Die Gallensäuren erkennt man mittelst der Pettenkofer'schen Reaction. Selbe besteht darin, dass man die zu untersuchende Flüssigkeit mit Rohrzuckerlösung und hierauf mit Schwefelsäure versetzt. (Albumin und Fettsäuren dürfen jedoch nicht zugegen sein, da solche dieselbe Reaction ergeben.) Man schliesst aus der eintretenden Purpurfärbung auf das Vorhandensein von Gallensäuren.

Die Gallenfarbstoffe kann man mittelst der Gmelin'schen Probe ersichtlich machen. Zu diesem Behufe wird die Probeflüssigkeit mit salpetrige Säure haltiger Salpetersäure oder mit Salpeter- und Schwefelsäure versetzt. Bei Gegenwart von Gallenfarbstoffen entsteht aufeinanderfolgend eine grüne, blaue, violette und rothe Färbung.

Harnfarbstoffe.

Nach Thudichum würde die Farbe des normalen Harnes vom Urochrom herrühren; doch sind unsere Kenntnisse darüber noch mangelhaft. Ein Zusammenhang zwischen Hydrobilirubin (Urobilin) und den Harnfarbstoffen ist jedoch um so einleuchtender, als urobilinfreier Harn nach längerem Stehen nachdunkelt und Hydrobilirubin enthält.

Die Indigo bildende als Indoxylschwefelsäure (Indican, auch Uroxanthin) benannte Substanz wurde als fixer Bestandtheil des Harnes schon früher besprochen.

Das Indigoblau ist im Harne nicht fertig, aber entsteht bei Fäulniss darin. Das Urrhodin (Indigoroth) ist möglicherweise auch eine Indigofarbe.

Das Uroglaucin und Urocyanin vermehrt unsere Kenntniss über diese Stoffe nur durch ihre Namen.

Im Harne von an melanotischen Geschwülsten Leidenden fand man schliesslich noch ein dunkles Pigment, das sogen. Melanin.

IV. Abtheilung.

Die physikalischen Eigenschaften der thierischen Gewebe.

1. Allgemeine Eigenschaften.

Wir verstehen darunter diejenigen, welche allen Geweben gemeinsam zukommen; die sie zugleich mit den anorganischen Körpern theilen und zwar: Aggregatzustand, Undurchdringlichkeit, Trägheit, Volum, Masse, Schwere, Gewicht, specifisches Gewicht, Porosität, Elasticität, Volumsänderung und Theilbarkeit. Im Hinweis auf die Lehrbücher der Physik sei an dieser Stelle blos Einiges über den Aggregatzustand eingefügt.

Wir unterscheiden bekanntlich einen festen, flüssigen und gasartigen Aggregatzustand der anorganischen Substanzen.

Unter den organischen Verbindungen gibt es jedoch solche, die in keine dieser Gruppen einzutheilen sind. So z. B. die Albuminate und die aus deren Modificationen und Derivaten gebildeten Verbindungen, welche weder flüssig noch fest, sondern als zwischen diesen beiden Zuständen stehend bezeichnet werden können. Es dürfte gerechtfertigt sein, sie als fest-flüssige zu benennen.

Gewebe von gasartigem Aggregatzustand existiren nicht; doch finden sich (wie wir im speciellen Theile darlegen werden) Gase an die Gewebssäfte, oft auch an die Zellgebilde, gebunden.

Abweichend von den anorganischen Substanzen haben die Gewebe gleichfalls dreierlei, jedoch gänzlich verschiedene Aggregatzustände. Diese sind: die flüssigen, festflüssigen und festen Aggregatzustände. Doch muss vorweg bemerkt werden, dass der feste Zustand nicht im absoluten Sinne, wie bei den anorganischen

Substanzen gedeutet werden darf; da selbst das compacteste thieriche Gewebe: der Knochen, nicht so fest ist als z. B. einzelne Metalle, oder aber Gesteine.

2. Optische Eigenschaften der Gewebe.

A) Farbe der Gewebe und Gewebssäfte.

Die Mehrzahl der Gewebe erscheint, wenn in dünnen Schichten untersucht, durchscheinend farblos. Einige davon zeigen allerdings eine Farbennuance, wenn sie in dickern Lagen betrachtet werden. So sind feine Querschnitte vom Knorpel glashell, durchsichtig; dickere Lagen unter dem Mikroskope zeigen jedoch gelbliche Färbung.

Einzelne Gewebe des thierischen Organismus sind direct, und zwar durch das sogen. Melanin gefärbt. — Dieses ist ein Pigment; als gelbe, braune oder schwarze Körnchensubstanz im normalen Organismus und zwar gewöhnlich in den Zellen, so im Gewebe der Iris (braune Augen) und in den ihre hintere Fläche überziehenden polygonalen Epithelzellen, ebenso in den die Choroidea des Auges bedeckenden und eigentlich zur Netzhaut gehörigen pigmentirten Epithelzellen vorfindlich. — Eben solches Pigment kommt in den sogen. Chromatophoren, ferner in der Epidermis der Haut (im sogen. Malpighi'schen Stratum) und schliesslich ein verschieden färbiges, im Epithel der Haut mancher Thiere vor.

Die Gewebssäfte des thierischen Organismus sind ebenfalls zumeist ungefärbt. Hingegen zeigen einige Secrete und das Blut höher organisirter Thiere eine Färbung; so wird die Galle durch Gallenfarbstoffe gelb, braun oder grünlich. Die Milch hat ihre charakteristische weisse, das Blut höherer Thiere entschieden rothe Farbe. Erstere verdankt die weisse Färbung den in farbloser Flüssigkeit suspendirten unzähligen glänzenden und das Licht nach allen Richtungen reflectirenden Fetttröpfchen; die rothe Farbe des Blutes entstammt, wie schon erwähnt, dem in den rothen Blutkörperchen befindlichen Hämoglobin. (Hämoglobulin, Hämatokristallin.)

B) Doppelbrechung und Polarisationsvermögen der Gewebe und Gewebsflüssigkeiten.

Böck aus Christiania war der Erste, der die Doppelbrechung vieler thierischer und pflanzlicher Körper entdeckte.

Doppelbrechend wird ein Körper genannt, wenn der in denselben eindringende Lichtstrahl nicht wie gewöhnlich einfach, sondern in zwei Strahlen zerlegt wird. Gegenstände mittelst

eines solchen Körpers besichtigt müssen demnach doppelt erscheinen. Diese Wirkung des isländischen Spates ist in Fig. 41 dargestellt. Der eine dieser gebrochenen Lichtstrahlen unterliegt den normalen Strahlen-Brechungsgesetzen; wir nennen denselben den regulär gebrochenen, oder kurz ordinären Strahl. Der andere jedoch weicht in der Richtung des erstern ab und entspricht nicht dem normalen Brechungsgesetze. Wir nennen ihn den aussergewöhnlich gebrochenen oder extraordinären Strahl.



Fig. 41. Doppelbrechungsbild des isländischen Doppelspates.

Bei Kristallen kommt ferner eine Richtung vor, in der der einfallende Strahl nicht entzwei gespalten, die in dieser Richtung eingedrungene Lichtquelle einfach gesehen wird; wir bezeichnen diese Richtung als die optische Axe des Körpers.

Die Doppelbrechung des Körpers hängt von dessen molecularer Anordnung ab. Man kann sich davon überzeugen, wenn man ein einfach strahlenbrechendes Glas comprimirt oder dehnt; es wird in letzteren Fällen zum doppelbrechenden. Es wird nämlich sein molecularer Aggregatzustand geändert; im ersteren Falle sind die Molekeln dichter nebeneinander gelagert, im letztern tritt das Gegentheil ein. Daraus folgt, dass die einfach strahlenbrechenden Körper eine in jeder Richtung homogene Moleculаranordnung, während die doppelbrechenden eine in gewissen Richtungen verschiedene sein müsse. Die homogen molecular angeordneten Körper — die einfach strahlenbrechenden werden isotrope; die nicht homogen angeordneten oder doppelbrechenden anisotrope genannt. Sowohl viele anorganische als auch organische Körper zeigen zuweilen doppelbrechende Eigenschaften; zu letzteren gehören die meisten Kristallformen, mit Ausnahme derjenigen des regulären oder cubischen Systemes, die einfach doppelbrechend sind.

Die Kristalle des tri- und hexagonalen Systems — welche eine ungleiche und 2—3 gleiche, auf erstere horizontal gestellte Axen besitzen — sind doppelbrechend; und zwar wenn die Strahlenbrechung entlang der ungleichen Axe eine stärkere ist, so heisst der betreffende Körper positiv, wenn dieselbe schwächer ist, dann negativ doppelbrechend. Ausserdem werden solche Körper auch optisch einaxig doppelbrechende genannt, weil in denselben nur eine Richtung vorhanden ist, in der der Lichtstrahl nicht doppelt gebrochen wird. Alle übrigen Kristallformen

besitzen 3 Axen, in deren jeder verschiedene Lichtbrechung erfolgt. Letztere werden als optisch zweiaxig doppelbrechende Körper benannt, da sie zwei solche Axen haben, welche dieselben Eigenschaften wie die Längsaxe der einfach doppelbrechenden Körper besitzen. In den organischen Körpern kommen ebenfalls isotrope und anisotrope, einaxig und zweiaxig, positiv und negativ doppelbrechende Theile vor. Es erfolgt diese Doppelbrechung der organischen Körper gleichfalls nach bestimmten Richtungen der Gewebstheile, wesswegen man sich der Annahme nicht verschliessen darf, dass in den doppelbrechenden organischen Substanzen und organischen Flüssigkeiten die Theilchen des Körpers nach winzigen Kristallformen eingeordnet sind. Mit der Doppelbrechung geht stetig die Polarisation des Lichtes Hand in Hand. Die doppelbrechenden Körper polarisiren das Licht.

Die Polarisation kann auf verschiedene Weise eintreten. Wenn ein Lichtstrahl eine einfache Glasplatte oder einen Spiegel unter einem Winkel von 55° 25 M. trifft, so geht ein Theil desselben nach den Brechungsgesetzen gebrochen durch das Glas hindurch, während der andere Theil reflectirt wird und zugleich eine auffällige Eigenschaft annimmt.

Diese Erscheinung wird durch Fig. 42 versinnlicht; *ab* und *cd* stellen Querschnitte zweier zu einander mit der Längsaxe parallel gestellten Spiegelflächen dar. Der Lichtstrahl = *Lm* trifft unter ∢ 55° den Spiegel *ab* und stellt *i* den gebrochenen, *t* hingegen den reflectirten und mit der charakteristischen Eigenschaft versehenen Strahl dar. Das bei *r* befindliche Auge sieht bei solcher Spiegelstellung das Bild der bei *L* befindlichen Lichtquelle; wird der Spiegel *cd* um den reflectirten Strahl, wie um seine Axe rotirt, so verdunkelt sich gleichsam das Bild der Lichtquelle um so mehr, als sich die Längsaxe des obern Spiegels mit der des untern einem ∢ von 90° nähert, um dann ganz zu verschwinden, wenn sich die beiden Längsaxen der Spiegel kreuzen, d. h. wenn sie eben auf 90° eingestellt sind. Daraus folgt die Verschiedenheit des Strahles *t*, welcher, wenn er dem gewöhnlichen Strahl gleichkäme, bei jeder Stellung des Spiegels das Lichtbild resultiren müsste. Wir nennen diese besondere Eigenschaft Polarisation des Lichtes, die durch die Strahlen *Lm* und *mc* belegene Fläche: Polarisationsebene, oder wir sagen, der Strahl *t* ist in der Ebene *Lmc* polarisirt.



Fig. 42.

Das obige Experiment lehrt ferner, dass bei der Reflexion des Strahles *t* im Spiegel *cd* die Stärke des reflectirten Lichtes nicht allein vom Einfallswinkel, sondern auch davon abhängt, welchen Winkel die Polarisationsebene des einfallenden Lichtes mit der Einfalls- (durch *tr* belegten) Ebene bildet, und zwar wird die Stärke des Lichtes in dem Falle am grössten, wenn der Winkel = 0; am kleinsten, wenn er 90° beträgt.

Der Strahl *t* ist also in diesem Falle durch den am Spiegel *ab* erfolgten Reflex polarisirt.

Die Polarisation kann aber auch auf andere Weise erfolgen. So wird z. B. bei Doppelbrechung des Strahles sowohl der ordinäre als auch der extraordinäre Strahl polarisirt und steht dann die Polarisationsebene beider Strahlen senkrecht aufeinander.

Wir überzeugen uns leicht davon, wenn in dem in Fig. 42 dargestellten Experiment der Spiegel *ab* ausgeschaltet und dafür ein Kalkspat-Kristall derartig substituirt wird, dass die auf den Spiegel *cd* fallenden Strahlen denselben zuerst passiren müssen. Wir sehen dann im Spiegel *cd* gewöhnlich zwei Bilder der Lichtquelle von verschiedener Intensität.

Wird nun der Spiegel *cd* abermals um den Strahl *t* als Axe rotirt, so kann man sehen, dass jedes der Bilder die Eigenschaften des polarisirten Strahles zeigt, u. z. wenn die Intensität des einen am grössten ist, schwindet die des andern beinahe gänzlich; bei Umdrehung auf 90° verdunkelt sich wieder das früher helle Bild; das dunkle wird hingegen licht. Daraus folgt, dass eben beide und zwar unter rechtem Winkel aufeinander polarisirt sind.

Das polarisirte Licht ist bei der Untersuchung der Doppelbrechung der Gewebe unentbehrlich. Wir stellen es nach Obigem, entweder durch Reflectirung von einer Spiegelfläche, oder durch Doppelbrechung dar. Letztere Methode erscheint zweckmässiger, weil die Intensität des Lichtes dabei eine grössere ist. Wohl entstehen hiebei zwei Bilder, was theils unnöthig, theils durch die Deckung beider störend wirkt. Zur Eliminirung dieses Uebelstandes sind Polarisationsapparate construirt, in welchen das eine Bild aus dem Sehfelde ausgeschaltet wird. Wir erreichen diesen Zweck durch eine Turmalin-Platte, welche den einen Strahl absorbirt, oder durch sogenannte Nicol'sche Kalkspatprismen, welche vermöge ihrer Construction nur einen Strahl durchlassen.

Die Doppelbrechung der Gewebe untersuchen wir mit dem Polarisationsmikroskop, in welches zwei Nicol'sche Prismen eingeschaltet sind; das eine steckt im Ocularsystem und wird Analysator, das andere ist im Objecttisch untergebracht und wird Polarisator benannt*).

Beinahe sämmtliches thierische Gewebe ist einaxig, und fällt die optische Längsaxe mit derjenigen der Gewebesubstanz zusammen.

Das Bindegewebe ist schwach doppelbrechend; die positive Axe in der Längsrichtung der Fasern belegen. Genau so verhält sich in optischer Beziehung das stärker doppelbrechende elastische Gewebe.

Im Knorpel ist sowohl Zellkapsel, als Grundsubstanz doppelbrechend; doch ist es nicht entschieden, ob ein- oder doppelaxig. Der Knochen ist doppelbrechend.

Sowohl Neurilemma als Scheide der Nerven ist doppelbrechend; das Mark negativ und stärker doppelbrechend als der positive Axencylinder. Die optische Axe derselben liegt in der Längsrichtung des Nervenbündel.

Im Muskeln sind mehrere der Querstreifen doppelbrechend (vgl. bei quergestreiften Muskelfasern). Die glatten Muskelfasern sind ihrer Längsrichtung gemäss positiv. Nach Krause sollen sie einfache und doppelbrechende Streifen besitzen; nach andern blos einfach strahlenbrechend sein.

Die Augenlinse ist im frischen Zustande schwach, in

---

*) Construction und Anwendung der Polarisations-Mikroskope s. b. Verf. „das Mikroskop" a. a. O.

ausgetrocknetem, oder aber mit Alkohol behandelt — wie auch alle übrigen auf gleiche Weise behandelten doppelbrechenden Gewebe — stark doppelbrechend. Ebenso verhalten sich die Epidermiszellen und deren Anhänge (Nägel und Haare). Die stark ausgetrockneten und verhornten Theile sind zweiaxig.

Es wurde erwähnt, dass viele Gewebe doppelbrechend sind, diese besitzen zugleich polarisirende Eigenschaft; welche Eigenschaft auch den Gewebsflüssigkeiten zukömmt; z. B. Lösungen von Eiweiss, Leim, Dextrin und verschiedenen Zuckerarten. Einige davon, z. B. die Dextrin- und Traubenzuckerlösung, drehen die Polarisationsebene nach rechts; andere wie die Albuminate nach links. Aus dem Grade der Drehungsfähigkeit kann zugleich auf die Dichtigkeit dieser Substanzen ein Schluss gezogen und mittelst gewisser, zu diesem Zwecke mit sogen. Nicols versehener Instrumente (Mitscherlich's und Ultzmann's Saccharimeter, Wildt'sches Polaristrobometer) der Procentsatz der Zucker- oder Albuminlösungen bestimmt werden.

C) Absorptionsvermögen der thierischen Flüssigkeiten.

Eine fernere auffällige Eigenschaft der thierischen Flüssigkeiten beruht auf dem Umstande, dass sie — wenn Lichtquellen durch dieselben angesehen werden — gewisse Strahlen absorbiren. Diese Eigenschaft heisst Absorption und wird mit dem Spectroskop sowohl an Flüssigkeiten, als auch durch Flammen oder elektrisches Licht, in gasförmigen Zustand überführten Mineralien untersucht.

Der Hauptbestandtheil eines Spectroskopes ist ein Glasprisma, welches die bekannte Eigenschaft besitzt, dass ein in dunklem Raume durch eine feine Oeffnung darauf geleiteter Lichtstrahl auf eine gegenüber stehende Wand oder einen Schirm als prächtiges regenbogenfarbiges Bild, das sogen. Spectrum projicirt wird; an welchem sieben ineinander übergehende Farben in folgender Reihenfolge: roth, orange, gelb, grün, blau, indigoblau und violett wahrnehmbar sind.

Wenn wir nun eine thierische Flüssigkeit, z. B. Blut durch ein Spectroskop betrachten, so wird gefunden, dass das Spectrum nicht ununterbrochen erscheint, sondern in diesem Falle durch 2 schwarze Streifen in den gelben und zwar mit D und E bezeichneten Theilen abgetrennt ist. (Ueber die Einzelheiten s. das Blut.) Andere thierische und pflanzliche Flüssigkeiten unterbrechen das Spectrum wieder an anderen Stellen, so dass aus dieser Erscheinung auf die Natur der Flüssigkeiten selbst in dem Falle, wenn sie in verschwindend kleinen Mengen vorhanden sind, geschlossen werden kann.

D) Elektrische Eigenschaften der Gewebe.

Durch wiederholte Experimente ist es zur Genüge erwiesen, dass der thierische Körper Elektricität besitze; und da der Magnetismus mit der erstgenannten im nahen Zusammenhange steht, so wurde angenommen, dass im thierischen Organismus auch Magnetismus vorhanden sei; wenngleich der Beweis dafür bis heute noch nicht erbracht ist.

Wohl scheint es, dass die Elektricität allen Organen zukomme; experimentell ist sie bis nun für das Centralnervensystem, die Nerven, Muskeln, die Schleimhäute des Magens und der Därme, und die Haut erwiesen.

Unter den Fischen besitzen der elektrische oder Zitteraal (Gymnotus electricus), der Zitterwels (Malapterurus electricus) und der gefleckte (marmorirte) Zitterroche (Torpedo marmorata) besondere elektrische Apparate, welche entweder zu beiden Seiten des Kopfes, Rumpfes oder des Schwänzes untergebracht sind. Es ist diess ein mit Bindegewebsstroma umgebenes, durch doppelwandige Abtheilungen in zahlreiche kleine, mit gallertiger Substanz erfüllte Fächer abgetheiltes Organ. Dieser elektrische Apparat (Fig. 43 *e*) steht mit einem besonderen Hirnlappen (lobus electricus) (*l*) in Verbindung, woher die Nervenäste (*i*) entspringen, welche sich im elektrischen Apparate verzweigen und die Leitung des elektrischen Stromes vermitteln. Nach den Forschungen Ranvier's endigt der Nerv weder gabelig getheilt, noch in geschlossenen Netzen; sondern es folgt nach einem Ranvierschen Ring des Nerven ein Netzwerk, dessen kleine Seitenästchen in winzigen Kugeln endigen. (Diese gelangen nach Imprägnirung mit Höllenstein oder Gold und Färbung mit Hämatoxylin vorzüglich zur Ansicht.)

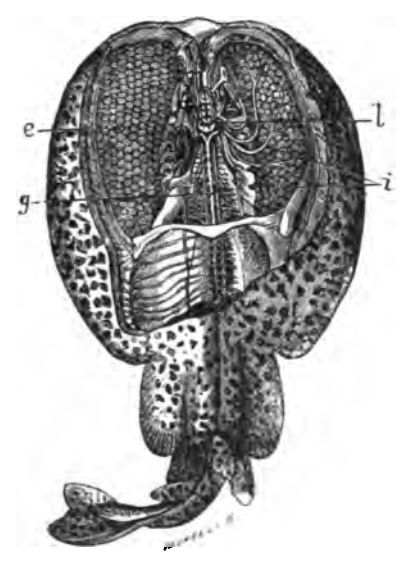


Fig. 43. Der elektrische Apparat von Torpedo marmorata präparirt, nach Ranvier; *e* = elektrisches Organ, *i* = zuführende Nerven, *g* = Rückenmark, *l* = Lobus electricus.

In Fig. 44 erscheint ein kleiner Abschnitt der Zeichnung von Ranvier dargestellt; man sieht daran deutlich, wie die elek-

trischen Nerven vom Torpedo zwischen den Platten des elektrischen Apparates dichotomisch getheilt verlaufen und sich verzweigen.

Die feinsten Nervenendästchen (i) zeigen feinste baumartige Verzweigungen, ohne jedoch ein geschlossenes Netzwerk zu bilden und endigen mit zarten freien Endknöspchen. (Fig. 45.)

Vom Lobus electricus kommen fortwährend elektrische Reize, so dass das elektrische Organ gleichsam wie eine leydener Flasche mit Elektricität gefüllt wird.

Dass die Muskeln, Nerven u. s. w. Elektricität besitzen, lehrt uns deren Untersuchung mittelst des sogen. Galvanometers.

Es sind deren mehrere, recht vorzügliche im Gebrauche. In Fig. 46 wird die von Du Bois-Reymond

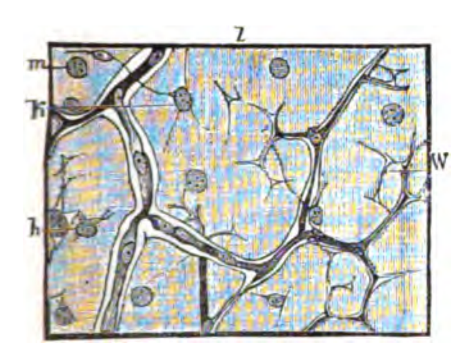


Fig. 44. Endverästelung der elektrischen Nerven in den elektrischen Platten vom Torpedo.



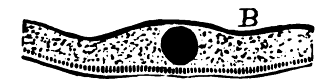


Fig. 45. Bei *B* zwei Platten des elektrischen Organes: *a* = Nervenendigung, speciell Arborisation der Nerven; *i* = Nervenaxencylinder; *m* = sich stark färbende kugelige Gebilde.

modificirte Spiegelboussole (Galvanometer) schematisch dargestellt, wie sie bei Untersuchungen der Nervenelektricität in Gebrauch ist.

Dieselbe besteht im Principe aus einem an einem Coconfaden aufgehängten Spiegelchen (*f*), mit welchem ein Magnetring (*d*) im Zusammenhang steht. Letzterer wird von feinen seidenumsponnenen Kupferdrahtwindungen (*s*) etwa 4—12,000fach umschlossen. Die beiden Enden der Spirale sind mit Zinkplatten (*z*) in Verbindung, welche in zwei mit 10% schwefelsaurer Zinklösung gefüllten Glasgefässen (*a*, *b*) stehen. Diese Lösung ist mit einem aus Modellirthon gebildeten Stöpsel in Contact*). Diese Stöpsel werden in gewisser Entfernung voneinander an den Nerven (*n*) applicirt und nachdem vorher bereits das eine Ende des Drahtes mit dem Quecksilberschlüssel (Hg) verbunden wurde, taucht man

*) Thonelektroden müssen aus dem Grunde in Gebrauch gezogen werden, weil die metallenen selbst Ströme erzeugen; die thönernen leiten wohl, erzeugen aber keine Ströme.

das andere Ende gleichfalls in den Quecksilberschlüssel; wodurch die elektrische Kette geschlossen und die Nervenelektricität in die um den Magnet gewundenen Spiralen (*s*) geleitet wird. Solange der Nerv sich im lebenden Zustande befindet, wird beim Schliessen der Kette der Magnet und somit auch das Spiegelchen um so grössere Ablenkungen nach Rechts oder Links vollführen, je stärker

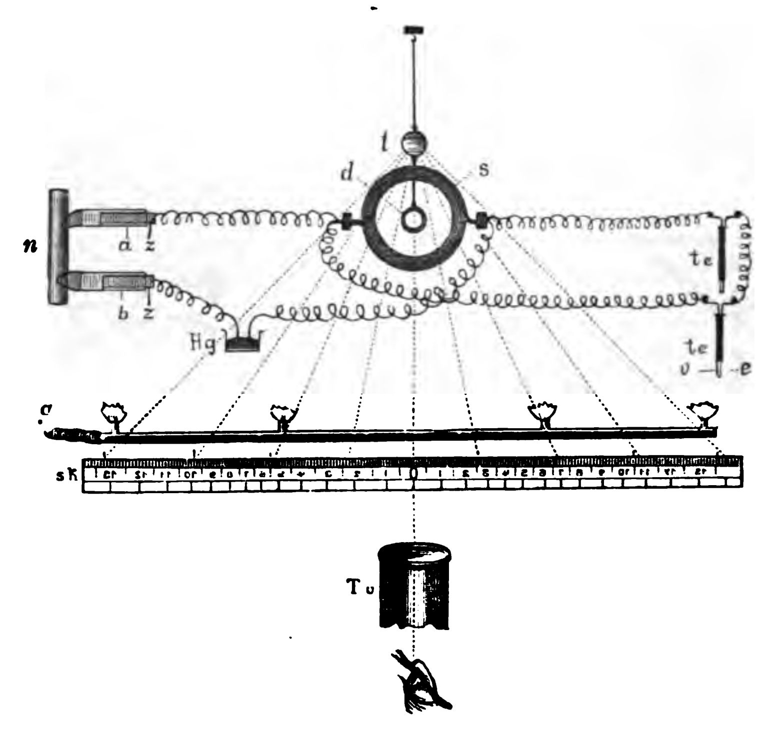


Fig. 46. Schematische Darstellung der Wiedemann'schen, von Du Bois-Reymond modificirten Spiegelboussole während des Experimentes.

die elektromotorische Kraft der Nerven war; und hängen diese Ablenkungen von der jeweiligen Richtung des elektrischen Stromes ab.

Ueber den Grad der Ablenkungen erhalten wir genauen Aufschluss, wenn wir vom Spiegel in der Entfernung von etwa 1·5 Meter eine graduirte und mit Gasflammen (*g*) erleuchtete Scala (*sk*) aufstellen und durch ein zum Ablesen eingerichtetes Fernrohr (*Tv*) die im Spiegel befindliche, beleuchtete Scala ablesen. Da die eine Hälfte der Scala mit schwarzen, die andere mit rothen Ziffern bezeichnet ist, so kann man aus den bei der Ablenkung erscheinenden Ziffern auf die Stärke und Richtung des Stromes schliessen. Setzen

wir hinzu, dass die Scala auf den quantitativen Werth vorher genau bestimmt ist, so ist das Instrument auch für quantitative Bemessung der Stromstärken verwendbar.

Soll das Instrument für thermoelektrische Zwecke verwendet werden, so muss der Magnet mit kürzern und dickern Drähten umsponnen und deren Enden mit einer thermoelektrischen Batterie auf dem Untersuchungstische verbunden werden. Derartige Elemente zu einer Batterie vereint, werden durch zwei verschiedenartige Metallplatten, z. B. Neu-Silber und Eisen (*te*), Antimon und Bismuth u. s. f. gebildet, wenn sie mit reiner Metalloberfläche sich berühren oder der grösseren Sicherheit wegen an einem Ende gelöthet sind, während die andern Theile isolirt in Zapfen endigen. Beim Experiment werden die den Magnet umgebenden Spiralenenden in die Zapfen eingeschraubt und die zusammengelötheten Enden einer Wärmequelle ausgesetzt. Werden zwei Elemente in Gebrauch genommen und zweckmässig miteinander und mit dem Galvanometer verbunden und hierauf zwei differenten Wärmegraden, z. B. zwei verschieden warmen Thiertheilen ausgesetzt; so wird der Magnet um so mehr abgelenkt (und mit ihm auch der Spiegel) und die Scala um desto mehr Grade anzeigen, je grösser die Differenz zwischen beiden Temperaturen gewesen. Wurde nun auf empirischem Wege vorher festgestellt, wie viel Zehntel, Hundertstel oder Tausendstel Theil Celsiusgrade bei einer gegebenen Batterieanzahl der grössern oder kleinern Summe von Scalagraden entspricht, so kann man leicht mit diesem Instrumente Temperaturdifferenzen ablesen, welche man mit einem gewöhnlichen Thermometer nicht zu erreichen im Stande ist, und kann endlich auch an solchen Stellen der Thiere Temperatur-Messungen vornehmen, an welchen unter anderen Umständen die Application eines Thermometers, wenn auch nicht unmöglich, doch erheblich erschwert erscheint. (S. die einzelnen Abschnitte des spec. Theiles.)

V. Abtheilung.

Function der thierischen Zelle.

1. Unterschiede zwischen dem Stoffwechsel der thierischen und pflanzlichen Zelle.

Forscht man der Frage nach, womit sich Thier und Pflanze ernährt, so findet man, dass die Pflanze dasjenige zu ihrer Nahrung aufbraucht, was vom Thiere verschmäht wird, oder was demselben Schaden bringt; umgekehrt nimmt das Thier Stoffe auf, welche der Pflanze unzweckdienlich sind. Dieser wechsel-

seitige Stoffwechsel ist für beide Theile dermassen nothwendig, dass die Existenz des einen von der des andern abhängig wird, dass somit eines ohne das andere nicht leben könnte. Eine vergleichende Würdigung des kleinsten Theiles zwischen thierischem und pflanzlichem Stoffwechsel überzeugt vollständig von der Richtigkeit dieses Argumentes.

In der schematischen Fig. 47 stellt der untere Kreis (Thierwelt) das Thierreich, der obere (Pflanzenwelt) das Pflanzenreich dar, der die beiden verbindende grosse Kreis aber die Erde und Luft dar.



Fig. 47. Schema des partiellen Stoffwechsels der Thier- und Pflanzenwelt.

Die Thiere scheiden in grosser Menge Kohlensäure (CO_2) aus, welche eine der hauptsächlichsten Nahrungsquellen für die Pflanzen ist und von ihnen resorbirt wird. Die Pflanzen nehmen wieder aus dem Boden Kohlen- und Salpetersäureverbindungen, aus der Luft Kohlensäure und salpetrige Säure auf. Die Kohlensäure wird in Kohlenstoff und Sauerstoff zerlegt, das Carbon in Kohlehydrate, die Nitrogenverbindungen in Albuminate umgewandelt.

Das Thier entnimmt hingegen der atmosphärischen Luft das ihm zum Leben unerlässliche Oxygen, die Albuminate verwendet es zu seiner Ernährung, umwandelt einen Theil derselben in Gewebe und scheidet einen andern Theil — als eine zu höchst oxydirte Substanz — nämlich Harnstoff (Ureum) mit dem Harn aus dem Organismus aus. Der Harnstoff zerfällt beim Stehenlassen mit Wasser in Kohlensäure und Ammoniak, welche wieder Nahrungsstoff für die Pflanzen darbieten.

Nächtlich ist der Stoffwechsel der grünen Theile der Pflanzen differenter als bei Tage, sie nehmen dann ebenfalls Oxygen auf und hauchen Kohlensäure aus. Da aber die Pflanze hochoxydirte einfache Verbindungen in zusammengesetzte und weniger oxydirte Substanzen umsetzt, also dieselben desoxydirt, wird sie auch als desoxydirender Organismus benannt; hingegen kommt dem Thiere, welches der Luft den Sauerstoff entnimmt und diesen zur Oxydirung aufbraucht und somit hochoxydirte Substanzen erzeugt, der Name des oxydirenden Organismus zu.

Andererseits wird die Pflanze, weil sie aus einfachen Ver-

bindungen sehr complicirte Verbindungen (Albuminate, Kohlehydrate, Fette) zusammensetzt, auch als progressiver, aufbauender Organismus bezeichnet im Gegensatz zum Thiere, welches die complicirten Verbindungen in einfache auflöst und daher retrograder oder zerstörender Organismus genannt wird.

Neueste Untersuchungen fangen an, den einzigen zwischen beiden organisirten Reichen aufgezählten Unterschied zu erschüttern. Es wird täglich wahrscheinlicher, dass das Thier nicht allein oxydirt (zerstört) sondern auch im Stande ist, durch Zusammensetzung seiner Elemente sehr complicirte Verbindungen (z. B. Albumine) hervorzubringen. Im Grossen und Ganzen kann man übrigens den obigen Unterschied derzeit noch gelten lassen.

2. Erscheinungen der lebendigen Kraft.

Wir unterscheiden zweierlei Hauptarten von Kraft, und zwar die Spannkraft, welche an die Körper während deren Ruhe gebunden ist und sich nicht manifestirt, keine Bewegung hervorbringt; und die lebendige Kraft, welche Bewegungen auslöst.

Erscheinungen, Wirkungen der lebendigen Kraft sind: die Bewegungserscheinungen der Elementarorganismen, als da ist die Bewegung des Protoplasma, der Flimmerhaare, des Sperma und der Muskeln; eben dahin gehört auch die in den Zellen gebildete Wärme, Licht und Elektricität.

a) Protoplasmabewegung.

Die Bewegung der Elementarorganismen im thierischen Körper ist eine sehr verbreitete; wir kennen zwei Arten derselben, und zwar die Protoplasmaströmung und die Protoplasmabewegung.

Die erstere tritt zu Tage, indem die Flüssigkeit und die Körnchen des — den Zellenleib bildenden — Protoplasmas von einer Stelle der Zelle zu einer andern hinfliessen. Man kann dieselben nach Brücke am besten an den Zellen der Brennesselhaare, oder an den Zellen der Wasserpflanze „Cara“ sehen.

Die zweite Art studirt man am zweckmässigsten an farblosen Blutkörperchen, welche man auf dem heizbaren Objekttisch bis auf 35—42° C. erwärmt und bei 600facher Vergrösserung untersucht. Dabei sieht man, dass ein solches farbloses Blutkörperchen eine oder mehrere Fortsätze ausschickt, dann sie wieder zurückzieht und dadurch den Ort wechselt. Die Blutkörperchen sind während dieser Bewegungen im Stande, feine Carmin- oder Pigmentkörnchen in sich aufzunehmen, ja rothe Blutkörperchen in sich einzuschliessen (Füttern der Zellen).

Den Untersuchungen von Recklinghausen und Cohnheim verdanken wir die Kenntniss, dass sich die Eiterzellen ebenso ver-

halten, wodurch der Schluss gerechtfertigt erscheint, einen Theil der Eiterzellen aus farblosen Blutkörperchen herstammen zu lassen.

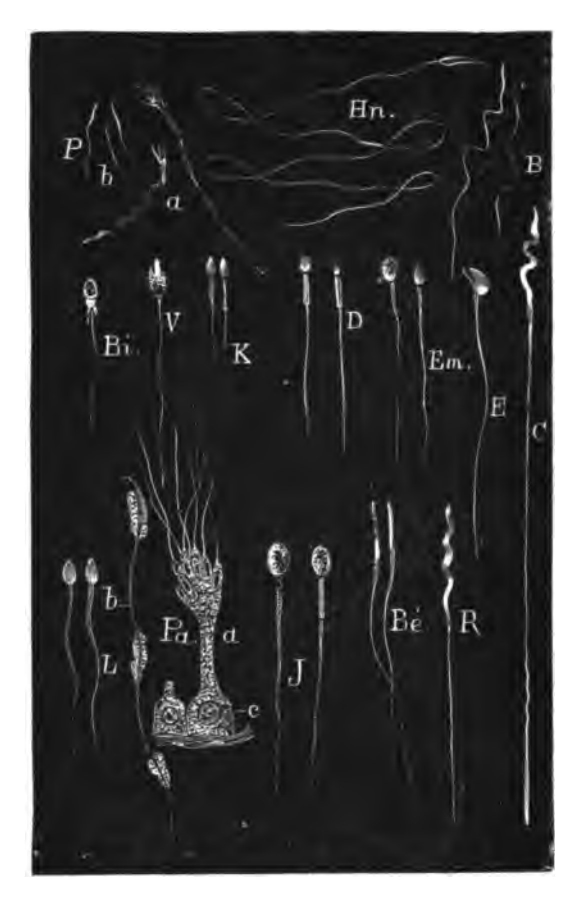


Fig. 48. Spermatozoën verschiedener Thiere, nach Zeichnungen Anderer und eigenen Präparaten zusammengestellt. *Pa. b* = zweierlei Arten Spermatozoën aus der Paludina vivipara; *Hn* = aus Helix nemoralis; *B* = aus Blaps mortisaga; *Bi* = vom Stiere; *V* = vom Maulwurf; *K* = vom Hund; *D* = von der Fledermaus; *Em* = vom Menschen; *E* = von der Maus; *C* = vom Kanarienvogel; *L* = vom Pferde; *Pa. b* = von der Ratte, mit Ueberresten von Spermatoblasten; *T* = vom Schaaf; *Bé* = vom Frosche; *R* = vom Raja batis; *Pa. a* = Spermatoblastzelle.

Neuerer Zeit ist dieses Bewegungsvermögen auch an anderen Zellen nachgewiesen worden. So wurde dasselbe schon vor längerer Zeit für die glatten Muskelfasern, im Auge für die Corneakörperchen und die Epithelien der Descemet'schen Haut (Hoffmann), neuerer Zeit für das Bindegewebe (vitales Binde-

gewebe von Kühne) und die Ganglienzellen des Nervensystems (Recklinghausen und Popoff) angenommen.

Hieher gehört ferner die Bewegung der Samenthierchen (Spermatozoën). Das Sperma (Samen) der Thiere und des Menschen besteht aus einer flüssigen Grundsubstanz und zahlreichen glänzenden, durchsichtigen, mit länglichem Kopfende, Halstheil und feinem vibrirendem Fortsatze versehenen Gebilden, den sogen. Samenfäden (Samenthierchen, — Körperchen, Spermatozoën), welche sich bei der Befruchtung in's Ei einbohren. Verschiedene Arten in Grösse und Structur derselben sind auf Fig. 48 gezeichnet und in der Erklärung bestimmt.

Die Spermatozoën entwickeln sich nach den Untersuchungen von Ebner, Neumann, Mihálkovics, Frey und dem Verfasser aus den sogen. Spermatoblasten (Samenfädenzellen). Ein solches ist in Fig. 48 bei *Pa. a* gezeichnet. Die Entwickelung geschieht beim Thiere zur Brunstzeit (beim Menschen vielleicht stetig) und zwar derartig, dass die an der Hodenkanälchenwand befindlichen Drüsenzellen (*c*) sich verlängern, an einem Ende einen knospenartigen Ansatz bekommen, welcher dann in mehrere Abschnitte getheilt erscheint; letztere werden nun mit glänzenden Körperchen versehen, wachsen zum Kopf des Spermatozoids aus, und lassen flimmerhaarartige Fortsätze ausstrahlen, die später zum vibrirenden Schwanzende werden.

Ebenso merkwürdig ist die Bewegung der Flimmerzellen. Sie kommen in der Trachea, im Centralkanale des Rückenmarkes, an den Gefässplexus des Gehirns, im Uterus, den Wasserorganen niedriger Thiere, in den Luftwegen, beim Frosch im Magen (aber nicht in Bewegung gesehen) (Biedermann, Regéczy-Nagy, Ballagi, Mátrai), im Oesophagus, im Dünndarm, wo unter Umständen ihre Fortsätze in Bewegung beobachtet sind (s. Ernährung im spec. Theile) (Thanhoffer, Gelei, Fortunatow, Edinger, Landois, Wiedersheim, Wiemer u. A.), vor. (Ueber die Flimmerbewegung vgl. die Zellen in Fig. 12.)

Bewegung des Muskels. Sämmtliche Muskeln können ihrer Function gemäss in willkürliche, von unserem Willen abhängige; und in unwillkürliche, von unserer Willensmeinung unabhängige Muskeln eingetheilt werden.

Jene sind die vorher bereits bei den Geweben beschriebenen quergestreiften; diese die ebenfalls dort als glatte oder organische Muskeln bezeichneten. Die quergestreiften — ausgenommen das Herz, welches, obschon quergestreift, seiner zelligen Structur und seiner vom Willen unabhängigen Contraction nach einen Uebergang zum glatten Muskelsystem darstellt — sind als die Motoren des Skelettes zu betrachten; die glatten besorgen die Bewegungen der Organe.

Die Bewegung der Muskeln gehört ebenfalls zu den Proto-

plasmabewegungen, wie das von den glatten Muskelfasern selbstverständlich ist, doch auch für die quergestreiften Geltung besitzt, wenn wir in Betracht ziehen, dass ebenfalls diese aus Protoplasma entstanden sind, gleichviel ob die Muskelbündel aus einer Primordialzelle (Krause), oder aber aus mehreren Sarkoplastzellen sich entwickelten (Margó).

b) Wärme, Licht, Elektricität.

Die Wärme des thierischen Körpers resultirt aus den Oxydationsprocessen, und ist leicht einzusehen, dass dort, wo der Gesammtkörper Wärme producirt, die einzelnen Zellen sich ebenfalls an der Wärmeentwickelung betheiligen müssen.

Bei den Thieren ist auch Lichtproduction nicht selten. Wir wissen, dass gewisse Blasenthiere des Meeres (Syphonophoren), ebenso die Johanniskäfer — die Lampyris noctiluca — leuchten, ferner sollen unter den Species dieser Käfer (Cucuyo) welche vorkommen (Amerika), deren Licht von einem Thiere angeblich hinreicht, um dabei lesen zu können.

Wodurch die Lichteffecte dieser Thiere hervorgebracht werden, ist bisher nicht mit Sicherheit ermittelt, aber klargestellt ist es, dass deren Lichterscheinung nicht von einem Verbrennungsprocess phosphorhaltigen Fettes in den Zellen (wie früher geglaubt wurde), sondern vielmehr von einem in den Zellen sich abspielenden hohen Oxydationsprocesse herrührt. Eimer machte die Wahrnehmung, dass bei Zusatz von Ueberosmiumsäure zu den Zellen eines solchen Beleuchtungsorganes, unter dem Mikroskop ein Lichtaufblitzen erfolge, was er durch rasche Absorption des Sauerstoffes der Ueberosmiumsäure seitens der Zellen — demnach als rasche Oxydation — erklärt.

Es ist eine Erfahrungsthatsache, dass moderndes Holz und faulendes Fleisch gleichfalls Leuchteffecte geben.

Die auf diesen Gegenstand gerichteten Untersuchungen von Pflüger u. A. lehrten, dass die beim Modern des Holzes und Faulen des Fleisches entstehenden Lichteffecte gleich der dabei entwickelten Wärme aus hoher Oxydation winziger mikroskopischer Organismen gedeutet werden können.

(Ueber Elektricität der Zellen und Gewebe vergl. den vorhergehenden Abschnitt).

SPECIELLE PHYSIOLOGIE.



I. Theil.

Physiologie des Stoffwechsels.

Vegetative Functionen des thierischen Körpers.

I. Abtheilung.

Physiologie der Ernährung.

Von der Ernährung im Allgemeinen.

Unter Physiologie der Ernährung im weitern Sinne verstehen wir den Stoffwechsel. Der Stoffwechsel, wie aus dem Namen erhellt, besteht darin, dass das Thier verschiedene Substanzen in sich aufnimmt und an deren Stelle wieder andere ausscheidet; während dieses Processes die brauchbaren Theile verdaut, assimilirt, durch Resorption in das Blut gelangen lässt und zum Behufe der Oxydation in die Lungen bringt; ferner zu Blut umwandelt, welches hinwieder im ganzen Körper sich verbreitend denselben ernährt. Mit diesem gepaart geht diejenige Function des Körpers einher, dass die unbrauchbaren Theile aus demselben eliminirt werden. Zur Physiologie der Ernährung gehört somit im weiteren Sinne ausser der Ernährung selbst auch die Athmung, die Blut- und Lymphcirculation, die Harnsecretion und schliesslich die Hautfunction.

Unter Physiologie der Ernährung im engern Sinne verstehen wir nur diejenigen Functionen, vermöge welcher das Thier mannigfache Nahrungsmittel aufnimmt, und durch Umwandlung derselben auf mechanischem und chemischem Wege Stoffe bildet, welche durch die resorbirenden Bahnen in's Blut gelangend, die abgenützten Theile des Organismus ersetzen, Gewebe neubilden und zugleich die Functionen der Organe zu erhalten im Stande sind.

Von den Nahrungsstoffen und Nahrungsmitteln im Allgemeinen.

Nahrungsstoffe nennen wir jene Verbindungen, welche zum Theil den Körper des Thieres zusammensetzen, zum Theil die zu seiner Function nothwendigen Heiz- und gewebsbildenden Substanzen liefern; aber einzeln und allein das Leben des Organismus nicht erhalten können.

Nahrungsmittel sind Gemenge der Nahrungsstoffe, welche ausserdem auch noch solche Substanzen enthalten können, welche vom Thiere nicht verdaut werden, die jedoch entweder die Verdauung, oder den Stoffwechsel befördern; oftmals auch ohne solche Wirkung sind.

Die Nahrungsstoffe werden in zwei Gruppen, in stickstoffhaltige und stickstofffreie eingetheilt. Zu den stickstoffhaltigen gehören die Albumine, die Albuminoide und Albumin-Derivate, von denen jedes Carbon (C), Hydrogen (H), Oxygen (O), Nitrogen (N) und Schwefel (S) enthält. Das Nuclein enthält ausserdem noch Phosphor (P). Zu den stickstofffreien zählen wir die Kohlehydrate und die Fette. (Ueber diese Verbindungen s. den allgem. Theil.)

Die genannten dreierlei Nahrungsstoffe kommen in jedem, sowohl im thierischen als pflanzlichen Nahrungsmittel, doch in verschiedenen Mengen vor; einzeln ist jedoch keines im Stande, das Leben zu erhalten. Bei reiner Albumin-, Fett- oder Kohlehydratenahrung müsste das Thier zu Grunde gehen und prosperirt nur bei deren Gemengen. Nach Liebig ist das Albumin ein Gewebsbildner, plastischer Nahrungsstoff; die Kohlehydrate und Fette Athmungs- und Wärme erzeugende Substanzen. Virchow nennt die Fette und Kohlehydrate Heizmaterialien. Es würde somit nach Liebig das mit den Nahrungsstoffen aufgenommene Albumin zum Aufbau der Gewebe verwendet werden, während durch Verbrennung (Oxydation) der mit der Nahrung eingenommenen Fette und Kohlehydrate die Wärme und Functionen des Thieres zu Stande kommen.

Es hat sich übrigens herausgestellt, dass Liebig's Annahme nur zum Theil feststeht; indem sich die Eiweissstoffe unter dem Oxydationsprocesse, und zwar in stickstoffhaltige und stickstofffreie Verbindungen spalten und sich jene zu Gewebsbildnern, diese aber neben den Kohlehydraten und Fetten zu Wärmeerzeugern gestalten. Im Grossen steht es jedoch fest, dass die Eiweissstoffe zumeist die thierischen Gewebe bilden und so ihren Namen — wenn auch nicht ausschliesslich — mit Recht führen.

Das Fett wird im Dünndarme in feine und winzige Molekel zerlegt, die man nur bei starken Vergrösserungen wahrnehmen kann. Diese feinen Theilchen zeigen Molecularbewegung; werden auf später zu erörternde Weise dem Blute zugeführt und gelangen mit diesem zu den einzelnen Organen; wo ein Theil derselben deponirt, der andre grössere jedoch oxydirt, in Verbindungen umgewandelt, schliesslich zu Kohlensäure und Wasser zerlegt und aus dem Organismus ausgeschieden wird.

Die Kohlehydrate werden im Verdauungstractus umgewandelt; und zwar die stärkemehlhaltigen in Dextrin, dieses in Traubenzucker; welche Umwandlung bereits in der Mundhöhle beginnt und im Magen und Dünndarme beendet wird. Jede andere Zuckerart wird im Verdauungskanal zu Traubenzucker. Ein Theil desselben wird zu Milchsäure; ein anderer oxydirt sammt der Milchsäure; worin die Erklärung dafür beruht, dass, trotzdem im thierischen

Organismus viel Zucker und zuckerbildende Substanz (in der Leber das Glycogen) gebildet wird, im Blute dennoch wenig davon vorhanden ist. Ausser den angezogenen Stoffen müssen die Nährsalze (chlor-, phosphor- und schwefelsauren Salze) das Wasser, und unter den Gasen das Oxygen ebenfalls als Nahrungsstoffe betrachtet werden.

Nahrungsmittel des Menschen und der Thiere.

Der Mensch sowohl, als viele Thiere sind schon infolge ihres Gebisses angewiesen, ihre Nahrungsmittel sowohl aus dem Thier- als aus dem Pflanzenreiche zu beschaffen; es steht somit der Mensch zwischen den Fleischfressern (Carnivoren) und den Pflanzenfressern (Phytophagen) als Allesfresser (Omnivore oder Pantophage) in der Mitte.

Wir theilen die Nahrungsmittel der Thiere in pflanzliche und thierische ein.

1. Pflanzliche Nahrungsmittel.

Eines der wichtigsten pflanzl. Nahrungsmittel ist der Weizen. Wir finden an einem Querschnitte vom Weizen (Fig. 49) von aussen mehrere Hüllen; und zwar bestehen diese aus: 1. der Epi-

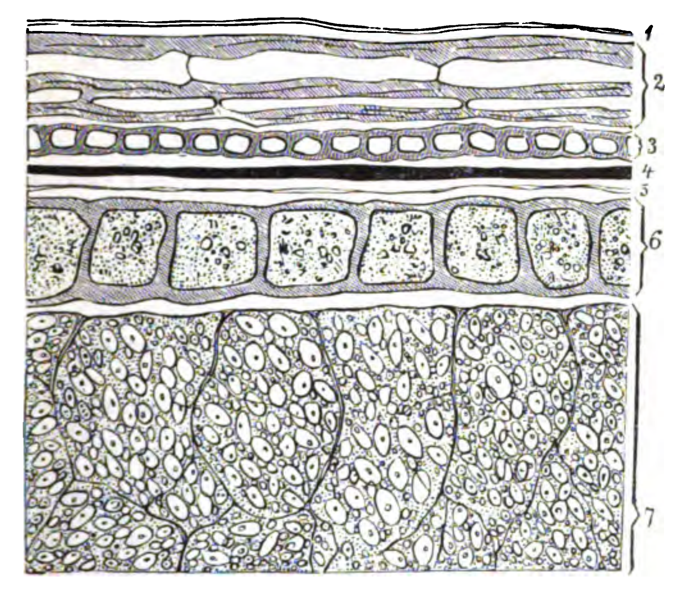


Fig. 49. Querschnitt vom Weizen, nach Pekár bei 610fach. Vergr. 1 = Epidermis; 2 = Epicarpium; 3 = Endocarpium; 4 = Testa; 5 = Tegmen; 6 = Perisperm; 7 = Endosperm.

dermis (cuticulum), äussere Fruchthülle, 2. der äussern Fruchtschale (Epicarpium), 3. der innern Fruchtschale

(Endocarpium), 4. der äussern Kernschale (Pigmentschichte, Testa), 5. der äussern Kernmembran (Tegmen). Die Testa ist eine rostbraune Schichte, welche die Farbe des Weizens hervorruft. Unter derselben finden wir würfelförmige Zellen, welche zuerst als Kleberzellen (*6*) gedeutet wurden, und von denen man annahm, dass die in ihnen befindlichen kleinen Körnchen den Kleber (Aleuron), eine Albuminsubstanz enthielten. Schenk hat jedoch nachgewiesen, dass nicht die Kleberzellen, sondern das auf diese folgende, im Innern des Weizens vorkommende sogen. Endosperm zwischen den Stärkekörnern eingestreut Albumin enthält.

Ein mit Millon's Reagens behandelter und erhitzter Weizenquerschnitt zeigt, dass sich das Albumin im Endosperm purpurroth färbt; hingegen sowohl die Hülle als auch die Kleberzellen ungefärbt bleiben. Wird Weizen in Verdauungsflüssigkeit eingelegt und erwärmt, so werden die Albuminate des Endosperm sämmtlich aufgelöst; die Stärkemehlkörner hingegen, der eiweissartigen Kittsubstanz verlustig, herausfallen. Bei all diesen Versuchen bleibt die Hülle und die sogen. Kleberzellen gänzlich unverdaut*).

Die Hülle enthält angeblich auch eiweissartige Substanzen und wäre demnach auch das Schwarzbrod, welches die Hüllzellen mitenthält, nahrhafter; hingegen finden sich in der Hülle auch mehrere Substanzen, z. B. in den Keimzellen (sogen. Kleberzellen) das Cerealin, ein fermentartiger Stoff, welche die Verdauung behindern; aus diesem Grunde ist Schwarzbrod in dem Maasse, als es nahrhafter erscheint, auch schwerer verdaulich.

An Querschnitten des Hafers findet man unter der Hülle gleichfalls die embryonalen (Kleber) Zellen, dessgleichen die Stärkemehlkörner im Endosperm.

Im Roggen, Mais, in den Kernen der Hülsenfrüchte kommen diese Schichten gleichfalls vor; nur bieten die einzelnen Bestand-

---

*) E. Pekár untersuchte in unserem Institute Querschnitte vom Weizen mikroskopisch, die in Tüllsäckchen eingebunden, für einige Stunden in den Magen eines mit Magenfistel versehenen Hundes gelegt waren und fand, dass die Stärkemehlkörner und Albuminate sämmtlich verdaut und verschwunden waren; von den Kleberzellen jedoch keine. Bei den verschiedensten Färbungsmethoden tingirten sich die Kleberzellen immer anders als die Albuminate im Endosperm. Wir können demnach mit Schenk auf das Bestimmteste behaupten, dass die Kleberzellen eigentlich keinen Kleber, oder richtiger Albuminate enthalten; und da das Keimen und Fortentwickeln des Weizensamens über Einfluss dieser Zellen erfolgt, so müssten diese richtiger als embryonale Zellen, die von ihnen gebildete Hülle als Keimmembran (Perisperm) benannt werden; wie diess Pekár u. A. darzuthun bemüht waren. Die Keimhülle (die sogen. Kleberzellenschichte der Aeltern) würde nach Mège Mouriès unlösliches Zellgewebe, phosphorsauren Kalk, andere phosphorhaltige Substanzen und schliesslich Cerealin enthalten.

theile in quantitativer und morphologischer Hinsicht mancherlei Verschiedenheiten. Besonders ist die Grösse der Kleberzellen und Stärkemehlkörner bei einzelnen Repräsentanten der Cerealien eine sehr verschiedene.

In Bezug auf Nährwerth nimmt der Weizen unter den Cerealien, besonders wenn wir auf den Eiweissgehalt desselben hinblicken, den ersten Platz ein; derselbe beträgt im Mittel in 1000 Theilen = 135·58 Theile. Sein Stärkemehlgehalt hingegen in 1000 Theilen = 558·64, und wird darin blos vom Mais und Reis überboten, welche mehr Kohlehydrate enthalten.

Der Roggen ist gleichfalls ein wichtiges Nahrungsmittel, obschon sein Albumingehalt geringer als der des Weizens ist. Wir ersehen diess zur Genüge aus der nachfolgenden vergleichenden Zusammenstellung mehrerer Getreide- und Hülsenfrüchte-Arten.

In 1000 Theilen	Weizen	Roggen	Gerste	Hafer	Haide-grütze	Mais	Erbsen	Bohnen	Linsen	Kar-toffeln
Albumin . .	135·37	107·5	122·5	90·5	78·0	70·0	223·5	225·2	265·0	13·0
Stärkemehl .	558·64	555·0	482·5	503·5	457·0	637·0	—	—	—	154·5
Dextrin . .	46·5	84·5	—	—	—	—	—	—	—	—
Zucker . . .	48·5	28·75	—	—	—	—	—	—	—	—
Cellulose . .	32·5	49·5	97·5	116·5	233·0	—	—	—	—	—
Fett. . . .	—	—	—	—	5·9%	—	—	—	—	—

Aus obiger Tabelle erhellt, dass der Stärkegehalt des Roggens wohl wenig aber doch geringer, als der des Weizens ist; dass er aber viel Dextrin (81·5) enthält, während der Weizen blos 46·5 pro Mille hat. Daneben ist die Ziffer der unverdaulichen Cellulose beim Roggen grösser als bei Weizen (ersterer 49·5, letzterer blos 32·5).

Mehr Eiweissstoffe als im Roggen sind in der Gerste enthalten, doch auch mehr Cellulose, hingegen weniger Stärkemehl als in jener, wobei zu bemerken, dass Gerste aus Düngerboden oder südlichen Gegenden einen höhern Eiweissgehalt aufweist.

Im Hafer ist noch weniger Eiweissstoff, dafür mehr Cellulose; sein Stärkemehlgehalt grösser, als von Gerste.

Die Haidegrütze enthält doppelt soviel Cellulose, als der Hafer.

Im Mais (Kukurutz, türkisches Korn) findet sich unter allen bisher Angeführten der geringste Eiweissgehalt; seines hohen Stärkemehl- und noch grössern Fettgehaltes wegen spielt derselbe jedoch bei der Mastung eine hervorragende Rolle.

Der Reis enthält bei geringem Eiweissgehalt (51 pro Mille) sehr viel und leicht verdauliches Stärkemehl (823 pro Mille).

Die thierischen Futterstoffe werden nach Tormay folgenderweise eingetheilt:

1. Grünfutterstoffe, 2. Nichtgrünfutterstoffe.

Zu letzteren gehören:

1. Halm-, 2. Korn-, 3. Knollen- und Wurzelgewächse, 4. Obstarten, 5. Fabriksabfälle.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die procentische Zusammensetzung der Futterstoffe nach Kühn.

Name des Futterstoffes	Trockene Substanz			Albuminsubstanz			Fett			N.-lose Extractifstoffe			Holzfaser (Roh-Faser)			Allg. Aschengehalt
	Minimum	Maximum	Mittel	Minimum	Maximum	Mittel	Minimum	Maximum	Mittel	Minimum	Maximum	Mittel	Minimum	Maximum	Mittel	
I. Grünfutter.																
Wiesengras	12·4	48·1	25·0	1·6	6·0	3·0	0·3	1·5	0·8	3·5	22·8	13·1	3·12	17·0	6·0	2·1
Rothklee	13·6	31·9	19·8	2·2	6·2	3·6	0·4	1·6	0·70	4·2	15·1	8·5	3·4	11·0	5·6	1·4
Weissklee	16·4	20·3	19·8	3·5	4·5	4·0	0·8	0·9	0·85	7·2	9·8	8·0	5·2	6·0	5·6	1·4
Luzerner Klee	16·5	30·1	24·7	2·8	7·3	4·5	0·5	0·9	0·70	6·0	14·4	8·4	3·5	13·4	9·3	1·8
Futter-Erbsen	13·3	23·9	18·5	3·2	3·9	3·5	—	—	0·60	4·6	10·5	7·6	3·0	7·7	5·4	1·4
„ -Hafer	13·5	23·0	18·2	1·8	3·1	2·4	0·5	0·6	0·55	5·1	8·8	7·0	4·6	7·0	6·5	1·7
„ -Roggen	20·4	33·5	24·0	3·1	3·6	3·3	0·6	0·9	0·75	6·7	14·0	10·4	7·3	8·6	7·9	1·6
Grüner Raps	13·0	15·0	14·0	2·7	3·1	2·9	—	—	0·6	3·5	3·9	3·7	3·6	15·0	5·2	1·6
II. Heu.																
Wiesenheu	78·3	90·2	85·7	5·8	19·4	9·5	1·2	5·6	2·3	22·6	50·7	40·3	19·7	39·9	27·1	6·5
Grummet	79·8	88·2	85·7	8·4	18·5	11·7	2·3	6·8	3·1	33·3	49·7	42·3	19·0	30·7	22·0	6·6
Luzerne Heu	80·8	87·5	83·8	13·1	19·7	14·4	2·3	3·8	2·5	20·0	34·8	27·9	19·3	40·0	33·0	6·0
Heu von Esparsette	83·3	88·2	85·1	12·8	17·1	13·3	—	—	2·5	34·2	34·7	34·5	27·1	30·9	29·0	5·8
Roggenheu	85·7	90·5	88·1	9·8	10·4	10·1	2·8	2·9	2·85	30·1	44·5	37·3	23·1	40·3	31·7	6·2
Sauerstreu von Mais	11·7	23·0	16·5	0·7	1·8	1·2	0·2	1·9	0·9	4·5	9·2	8·0	2·1	9·6	5·3	1·1
III. Stroh.																
Weizenstroh	74·0	91·9	85·7	1·4	5·6	3·1	0·6	2·0	1·2	26·7	44·4	37·5	28·9	52·6	40·0	3·9
Roggenstroh	81·4	89·7	85·7	1·5	4·6	3·0	1·1	2·5	1·3	23·4	44·5	33·3	30·1	54·9	44·0	4·1
Gerstenstroh	82·5	89·1	85·7	1·9	5·4	3·4	1·1	2·04	1·4	18·2	45·5	34·7	34·4	54·0	41·8	4·4
Haferstroh	78·8	89·7	85·7	1·3	7·0	4·0	1·0	5·1	2·0	24·9	48·9	35·6	30·0	50·2	39·7	4·4
Maisstroh	—	—	86·0	—	—	3·0	—	—	1·1	—	—	37·9	—	—	40·0	4·0
Erbsenstroh	82·6	88·1	85·7	4·8	10·1	7·3	1·5	3·3	2·0	22·8	39·8	32·3	33·6	51·8	39·2	4·9
Linsenstroh	—	—	84·0	—	—	14·0	—	—	2·0	—	—	27·9	—	—	33·6	6·5
Rapsstroh	78·5	87·8	84·0	2·5	4·6	3·5	1·0	5·7	1·5	31·3	36·0	34·2	37·5	40·9	39·5	5·3
IV. Spreu.																
Weizenspreu	80·0	91·5	85·7	3·3	7·4	4·4	1·4	1·8	1·5	31·2	53·9	32·2	20·3	39·7	35·7	11·9
Roggenspreu	—	—	85·7	3·5	3·7	3·6	1·2	1·8	1·4	28·0	31·5	29·7	41·5	46·6	43·5	7·5
Haferspreu	85·7	87·4	86·4	3·7	7·0	4·9	1·3	1·5	1·4	28·2	43·2	37·4	25·9	35·1	31·7	11·0
Erbsenspreu	85·7	87·8	86·0	7·2	15·8	10·3	1·0	4·7	2·5	30·0	36·6	34·0	22·4	41·5	32·0	7·2
Bohnenspreu	82·0	87·5	85·0	10·0	11·3	10·6	1·0	2·0	1·5	27·5	34·0	30·3	33·0	37·5	35·2	7·4
Kleespreu (Weissklee)	—	—	88·5	—	—	18·3	—	—	3·1	—	—	36·8	—	—	22·4	7·9
V. Knollen u. Wurzelgewächse.																
Kartoffeln	18·3	33·5	25·0	1·0	4·4	2·0	0·04	0·8	0·3	15·7	26·6	20·7	0·27	2·7	1·1	0·9
Topinambur	16·5	20·9	19·6	1·3	2·2	2·0	0·1	0·5	0·3	13·7	16·2	15·0	0·5	2·7	1·3	1·0
Futter-Runkelrüben	7·4	24·6	12·0	0·55	2·6	1·1	0·05	0·6	0·1	5·2	13·8	9·1	0·6	4·5	0·9	0·8
Zuckerrüben	10·2	23·7	18·5	0·6	2·8	1·0	0·07	0·3	0·1	10·1	17·9	15·4	0·9	3·4	1·3	0·7
Möhren	10·1	20·8	14·1	0·5	2·4	1·3	0·2	0·8	0·25	5·9	15·5	9·6	0·7	3·4	1·9	1·0
Wasserrüben	7·1	13·9	8·5	0·6	1·8	1·0	0·1	0·2	0·15	3·7	10·9	5·8	0·3	1·0	0·7	0·8
VI. Körnerfrüchte und Obst.																
Weizen	81·3	90·0	85·7	8·2	24·1	13·2	0·7	2·7	1·6	60·2	75·3	66·2	0·7	8·3	3.0	1·7
Roggen	81·7	88·2	85·7	8·8	22.9	11·0	0·9	2.8	2·0	59·4	69·0	67·2	1·8	10·1	3.7	1·8

Name des Futterstoffes	Trockene Substanz			Albuminsubstanz			Fett			N.-lose Extractivstoffe			Holzfaser (Roh-Faser)			Allg. Aschengehalt
	Minimum	Maximum	Mittel	Minimum	Maximum	Mittel	Minimum	Maximum	Mittel	Minimum	Maximum	Mittel	Minimum	Maximum	Mittel	
Gerste	80·9	89·2	85·7	2·6	27·1	10·0	1·3	3·2	2·3	55·8	76·3	64·1	2·3	13·6	7·1	2·2
Hafer	83·6	92·4	86·3	6·3	21·4	12·0	4·4	7·3	6·0	48·0	71·8	56·6	4·1	16·1	9·0	2·7
Mais	77·6	91·8	87·3	5·8	15·1	10·6	1·5	9·2	6·5	52·4	72·7	63·2	1·3	20·4	5·5	1·5
Hirse	86·0	86·9	86·5	10·9	14·5	12·7	3·0	3·7	3·3	56·9	59·1	58·0	6·4	13·1	9·5	3·0
Reis	—	—	86·3	—	—	7·8	—	—	0·2	—	—	74·5	—	—	3·5	0·3
Pferde- u. Saubohnen	80·3	88·3	85·9	21·4	27·6	25·1	1·2	2·5	1·6	42·8	55·4	46·7	3·7	12·6	9·4	3·1
Erbsen	77·9	91·1	86·8	19·1	26·1	22·4	0·6	5·3	3·0	41·9	59·6	52·6	1·9	9·2	6·4	2·4
Linsen	85·5	88·8	87·5	22·8	25·4	23·8	1·0	2·6	2·1	49·4	57·2	53·9	3·3	6·9	4·9	2·8
Leinsamen	87·7	93·2	88·2	20·0	28·5	21·7	21.7	39·0	35·6	9·0	35·7	19·6	3·2	18·0	7·9	3·4
Raps- u. Rübensamen	85·2	92·9	86·2	13·0	27·4	19·4	36·0	55·0	42·5	7·4	13·0	10·4	5·3	15·2	10·0	3·9
Hanfsamen	—	—	87·8	—	—	16·3	—	—	33·6	—	—	21·3	—	—	12·1	4·5
Sonnenblumensamen	89·3	93·8	92·0	12·7	13·3	13·0	21·7	34·7	23·6	—	—	23·9	—	—	28·5	3·0
Frische ungeschälte Eicheln	44·0	58·5	49·3	2·0	2·6	2·2	1·5	2·3	2·0	33·4	36·5	34·7	4·3	19·4	9·4	1·0
Geschälte u. getrocknete Eicheln	80·0	88·6	85·6	5·0	6·3	5·6	3·6	5·4	4·1	64.8	72·0	69·2	4·6	5·9	5·1	1·6
Kürbis	5·4	21·1	10·9	0·1	1·3	0·6	—	—	0·1	1·5	13·9	6·5	1·0	5·9	2·7	1·0
VII. Fabriksproducte und -Abfälle.																
Rapskuchen	80·8	98·2	88·5	17·9	45·5	31·6	4·4	18·8	9·6	7·4	41·6	29·3	1·3	28·4	11·0	7·0
Leinkuchen	81·1	92·9	87·8	20·6	37·8	29·5	6·0	18·2	10·0	19·7	41·3	29·8	5·1	16·8	9·7	8·8
Hanfkuchen	83·5	92·2	88·8	25·1	34·4	30·2	4·3	10·2	6·7	12·2	30·3	21·2	16·0	25·9	22·9	7·8
Sonnenblumenkuchen	88·0	92·0	90·0	31·8	44·4	37·3	6·4	17·9	10·6	20·3	28·1	24·1	9·2	12·6	9·9	8·1
Oelkuchen v. geschälten Kürbiskernen	88·0	88·2	88·1	32·6	55·6	44·1	11·4	25·6	18·9	8·0	9·4	8·5	4·9	15·7	10·3	6·7
Weizenmehl	84·5	87·4	86·4	10·9	13·8	12·0	1·0	1·2	1·1	70·2	73·4	72·3	0·2	0·7	0·5	0·5
Roggenmehl	85·4	86·0	85·8	10·5	13·2	11·7	1·6	2·5	2·0	67·0	74·5	69·3	1·0	1·5	1·2	1·6
Gerstenmehl	85·0	86·0	85·5	10·2	14·3	13·0	—	—	2·2	62·5	69·8	67·0	—	—	—	2·0
Hafermehl	87·7	88·3	88·0	16·1	19·5	17·7	5·7	6·3	6·0	63·1	64·8	63·9	—	—	—	—
Maismehl	—	—	91·0	—	—	15·2	—	—	3·8	—	—	70·5	—	—	—	0·9
Buchweizengries	—	—	86·8	—	—	2·6	—	—	1·1	—	—	82·2	—	—	—	0·6
Weizenkleie	83·5	92·4	87·0	10·1	27·0	14·5	1·7	6.6	3·5	28·5	61.5	53·6	4·1	34·6	9·4	6·0
Roggenkleie	81·6	93·5	87·5	10·1	18·1	14·5	1·9	5·0	3·5	32·9	64·6	57·1	4·2	28·5	7·2	5·2
Maiskleie	—	—	88·0	—	—	8·0	—	—	4·0	—	—	61·2	—	—	12·5	2·3
Hirsenkleie	—	—	90·5	—	—	6·5	—	—	4·5	—	—	14·4	—	—	57·6	7·5
Gerstenkleie	87·4	88·0	87·7	8·8	14·8	11·8	2·9	3·8	3·3	45·9	46·8	46·4	19·4	19·7	19·5	6·7
Haferkleie	90.0	90·7	90·3	1·1	13·1	7·1	1·1	3·5	2·3	51·4	64·4	57·9	5·7	33·0	19·3	3·7
Schwarzbrod	—	—	63·7	—	—	8·5	—	—	1·3	—	—	49·5	—	—	3·0	1·4
Weissbrod	—	—	63·5	—	—	7·0	—	—	0·5	—	—	54·2	—	—	0·8	1·0
Biertreber	17·0	30·0	22·3	2·9	6·3	4·6	1·1	2·5	1·6	3·2	14·8	9·9	2·8	9·5	5·0	1·2
Weintrester, Hülsen und Kämme	—	—	50·0	—	—	7·3	—	—	3·0	—	—	—	—	—	—	—
Kartoffelschlempe	3·8	8·7	7·7	0·8	1·9	1·4	0·1	0·23	0·2	1·1	4·9	4·6	0·5	1·4	0·9	0·6
Roggenschlempe	4·0	12·3	90·3	1·0	2·1	1·9	0·25	0·9	0·4	2·6	7·0	5.3	0·3	1·6	1·2	0·5
Kartoffelfaser (Abfälle b.d. Stärkebereitung)	10·6	17·6	15·0	0·6	1·1	0·8	0·07	0·1	0·09	6·3	15·0	10.7	1·3	3·2	2·3	0·3
Frische Kuhmilch	9·5	15·5	12·0	2·0	6·8	3·2	1·5	6·0	3·6	2·9	8·3	4·5	—	—	—	0·7
Frische Ziegenmilch	10·7	13·0	12·0	2·8	4·5	3·4	2·5	4·0	3·3	3·5	5·0	4·3	—	—	—	1·0
Condensirte Milch	39·0	79·2	—	8·8	30·3	—	8·6	27.5	—	10·8	52·9	—	—	—	—	2·5
Fleischmehl (Abfälle beim Fleischextract)	86·4	90·9	88·5	46·0	74·7	72·8	1·2	13·2	12·0	—	—	—	—	—	—	3·7

Bestandtheile der Futterstoffe.

Die Futterstoffe können in zwei Hauptgruppen eingetheilt werden. Die eine wird durch die albuminartigen oder stickstoffhaltigen, die andere durch die Kohlehydrate und Fette gebildet.

Ausser diesen Bestandtheilen enthält das Futter noch Wasser, und in diesem gelöst verschiedene Salze (die Nährsalze).

A) Stickstoffhaltige Substanzen der Futterstoffe.

Aehnlich den Eiweisssubstanzen der thierischen Zellen verhalten sich diejenigen der Pflanzen. Die Pflanzenalbuminate kommen in den Zellen theils in gelöstem Zustande, theils in kleinen feinen Molekeln; sowohl in den Geweben, als auch in der Intercellularsubstanz vor. Zu den Pflanzenalbuminaten gehören:

Das Pflanzen-Caseïn; in grösserer Menge als Legumin in den Körnern der Hülsenfrüchte. Ritthausen fand in den Kernen der Lupine ein besonders geartetes Caseïn, das sogen. Conglutin. Das Legumin findet sich ferner im Hafer, weniger im Mais, und fehlt gänzlich im Weizen, Roggen und Gerste; und wird hier durch das Glutin-Caseïn ersetzt, welches im Raps und der Haidengrütze in grösserer Menge vorhanden ist.

Das Gliadin (Pflanzenleim, Glutin-Fibrin) und das Mucedin sind unter dem Namen Kleber ebenfalls pflanzliche Albumine der Nahrungsmittel.

B) Die stickstofflosen Bestandtheile der Futterstoffe.

Hieher gehören:

Die Cellulose (welche mit Lignin, dem Holzstoff, die Hüllen der Pflanzenzellen bildet), das Dextrin, der Zucker, das Gummi, das Inulin und der Pflanzenschleim; insgesammt Kohlehydrate. Ausser diesen enthalten die Futterstoffe fette Oele, gallertige Substanzen und Pflanzensäuren.

2. Thierische Nahrungsmittel.

Das wichtigste Nahrungsmittel des Menschen und der Fleischfresser ist das Fleisch.

Die Nährbestandtheile des Fleisches sind in dessen Muskelfasern enthalten. Der ausgepresste Fleischsaft enthält Myosin und gewöhnliches Albumin, daneben Inosin (Muskelzucker), und nach Brücke auch Glycogen; eine zuckerbildende Substanz, welche von der Leber geliefert wird. Das zwischen den Muskelfasern ausgebreitete Bindegewebe enthält in den darin verlaufenden Blutgefässen Blut und ausserdem noch Fett. Es stellt somit das Fleisch ein Gemenge der 3 Hauptnahrungsstoffe: der Albumine, Fette und Kohlehydrate dar.

Im Uebergewichte ist das Albumin darin, dann folgt das Fett und so die Kohlehydrate. Daneben finden sich im Muskel auch verschiedene Salze.

Der Geschmack verschiedenen Thierfleisches ist verschieden. Es hängt dies von den darin enthaltenen flüssigen und schmeckenden Substanzen, noch mehr und hauptsächlich von den, mit dem Fleische vermengten Fetten ab.

Nach Smith enthält 1 Kilogramm Fleisch:

	Gebratenes Rindfleisch	Gesottenes Rindfleisch	Rohes Rindfleisch
C	600 Gramme	540 Gramme	400 Gramme
N	44 „	36 „	39 „

Die Oxydation von einem Gramm mageren rohen Rindfleisches entwickelt im Körper nach Smith so viel Wärme, welche genügt, die Temperatur von 1·4 Kilo Wasser um 1° C. zu erhöhen; somit gleich einer Kraft, welche ein Gewicht von 6·4 Kilogramm auf 1 Meter Höhe zu heben im Stande ist.

Das Ei.

Bei Laien findet man weitaus die Ansicht verbreitet, dass Eier einen grossen — das Fleisch vielleicht auch überragenden — Nährwerth besitzen. Wenngleich das Ei zu den wichtigsten ernährenden Nahrungsmitteln gehört, so stellt sich die Unhaltbarkeit obiger Ansicht bei Betrachtung der chemischen Zusammensetzung auf den ersten Blick heraus. Besonders im Vergleiche mit dem Eiweissgehalt des Fleisches, steht es weitab von diesem. Soviel steht übrigens fest, dass im Eidotter leicht verdauliches Fett enthalten ist. Ziehen wir — mit Brücke — in Betracht, dass der Eidotter auch viel Lecithin enthält, ferner dass dieses einen wichtigen Bestandtheil der Blutkörperchen, der Nervensubstanz und des Sperma bildet, so stellt sich dessen Wichtigkeit für den Ersatz der genannten Gewebe zur Genüge fest.

Das Ei enthält nach Lawes und Gilbert in Procent:

Trockene Substanzen	30·0	C = 17·52
Erdige Substanzen	1·4	N = 2·0
Trockenes Fett	11·0	C und N zus. als C gerechnet = 20·56.

Die Milch.

Die Milch enthält die sämmtlichen — zum Leben unerlässlichen — Nahrungsstoffe. Die Zusammensetzung der Mutter-, Kuh- und der Milch einiger anderer Thiere ist aus nachstehender Tabelle (nach Smith) ersichtlich:

	Specif. Gewicht	Wasser	Feste Bestandtheile	Casein u. a. N.halt. Subst.	Zucker	Fett	Salze
Ziegenmilch	33·53	84·49	15·51	3·51	3·69	5·68	0·61
Schafmilch	40·98	82·23	16·77	6·97	3·94	5·13	0·71
Pferdemilch	33·74	93·43	9·57	3·33	3·27	2·43	0·52
Eselinnenmilch	34·57	89·00	10·99	3·56	5·05	1·85	0·54
Frauenmilch	32·67	89·9	10·92	3·92	4·36	2·66	0·13
Kuhmilch	33·38	86·4	15·59	5·52	3·8	3·61	0·66

Der Procentsatz der Milchsalze beträgt an:

Phosphorsaurem	Kalk	0·3
„	Magnesium	0·06
„	Eisen	0·007
Chlorkalium		0·17
Chlornatrium		0·03
Freiem Natron		0·04.

Die Kuhmilch enthält in 100 Th. Salzen:

Kali	23·46	Chlorkalium	14·18
Natron	6·96	Chlornatrium	4·74
Kalk	17·34	Phosphorsäure	28·40.
Magnesia	2·20		

Wir ersehen somit, dass die Milch Wasser, verschiedene Salze, Milchzucker, Albuminate und Fette enthält, woraus deren Wichtigkeit als Nahrungsmittel hervorgeht. Bringt man Milch unter das Mikroskop, so erblickt man zuerst lauter kleinere und grössere, in einer farblosen Flüssigkeit schwimmende Fettkügel-

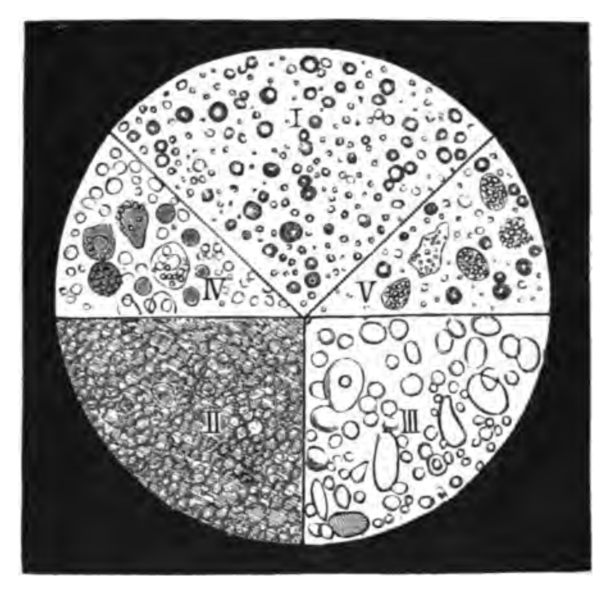


Fig. 50. I = Milch; II = Sahne (Obers); III = Butter (schematisch nach Merkel); IV = Frühmilch (Colostrum) der Stute nach dem Wurfe (nach Weiss); V = Frühmilch der Kuh (nach Müller).

chen. In Fig. 50 sehen wir diess bei I abgebildet, bei II ist die Sahne (Obers), bei III die Butter dargestellt; während bei IV Colostrum (Frühmilch) von der Stute; bei V ebensolche von der Kuh (s. Physiologie der Secrete und Excrete) abgebildet ist.

Die kleinen Kügelchen in der Milch sind Fett und werden als Milchkügelchen bezeichnet; sie werden von einer aus Caseïn gebildeten Haptogenmembran umschlossen, ohne welche sie eine confluirende Masse bilden würden.

Dass die Fettkügelchen in Wirklichkeit mit einer Membran bekleidet sind — obschon diess von Einigen geleugnet wird — kann durch folgendes Experiment bewiesen werden. Wird in der Eprouvette Milch mit Aether geschüttelt, so tritt keine Veränderung ein, weil die Haptogenmembran das Fett nicht frei werden lässt. Versetzt man nun in einem zweiten Reagensgläschen Milch mit starker Kalilauge; schüttelt, versetzt dann mit Aether und schüttelt neuerdings, worauf nach einer Weile, besser bei längerm Stehen, die Milch rein und durchsichtig wird; da die starke Lauge nunmehr die Caseïnhülle der Fettkügelchen gelöst und dann der Aether das Fett aus der Milch extrahirt hat, so dass blos deren Wasser mit den Albuminaten und Salzen übrig bleibt.

Als Hauptern ährungsmittel für Neugeborene kommt der Milch die grösste Bedeutung zu. Ein besseres Nahrungsmittel als gesunde Muttermilch gibt es für den Neugeborenen nicht. Der Umstand, dass jedoch viele Neugeborene mit Kuhmilch aufgezogen werden müssen, sollte die Platzcontrolle zu erhöhter Wachsamkeit anspornen. Aus der Untersuchung bewährter Fachmänner — wenn auch deren gezogene Schlüsse nicht in allen Consequenzen Geltung besitzen — ist es klargestellt, dass gewisse Erkrankungen der Thiere (Kühe) auf die mit deren Milch ernährten Individuen übergehen; ein deutlicher Fingerzeig für deren Ueberwachung von thierärztlicher Seite. Meine eigenen Erfahrungen lehrten mich häufig, dass die Platzmilch in Budapest — im besten Falle mit Wasser — gefälscht sei; daneben ist Fälschung mit Stärkemehl und Kalkmilch, ja sogar mit Thier- (und menschlichen) Gehirnen an andern Orten constatirt worden. Stärkemehl und Kalk macht die Milch dicker und weisser; Hirn erhöht den Fettgehalt der schlechten, oder sehr diluirten Milch. Jede Fälschung der Milch (selbst die mit reinem Wasser) sollte durch wiederholte Prüfung sichergestellt und streng geahndet werden. Wohl ist nur wenig Stärkemehl nöthig, um der Milch bessere Farbe und Consistenz zu verleihen; aber auch dieses genug, um bei Neugeborenen — die rohe Stärke absolut nicht vertragen — Diarrhöen und schwere Erkrankungen hervorzurufen. Letztere Fälschungsart kann durch einige Tropfen Jodtinctur nachgewiesen werden, die eintretende blaue Färbung verräth den Stärkezusatz. Kleinste Mengen der Stärke erkennt man unter dem Mikroskope bei Zusatz von einem Tropfen Jod auf den Objectträger; die Amylumkörperchen färben sich momentan blau und sind als solche leicht nachzuweisen. Von zufällig (vom Gefässe, auch aus der Luft) hingerathenen 1—2 Körnchen wird man freilich absehen.

Warme Milch ist leichter verdaulich als kalte. Diese Eigenschaft rührt nach Smith einzig daher, dass die Wärme auf die Schleimhäute des Mundes und des Magens als Reizmittel wirkt; die Verdaulichkeit der Milch selbst bleibt davon unberührt.

Die Araber nähren sich hauptsächlich von Kameelmilch; bei den Tartaren der Jetztzeit und den Vorfahren der alten Magyaren gilt Stutenmilch und das davon bereitete Kumiss als Lieblingsgetränke.

Die Güte der Milch hängt von ihrem Gehalte an Fetten und festen Bestandtheilen, nicht minder von dem des Caseïn ab. Sahne ist nichts anderes als das Fett der Milch, dessen Tröpfchen sich an der Oberfläche der Flüssigkeit angesammelt haben.

Da Sahne leichter ist als Wasser, so muss bei Zunahme der erstern das specifische Gewicht der Milch sinken. Letzteres

messen wir mittelst des Milchmessers (Galaktometer) oder durch das Lactodensimeter (Milchdichtigkeitsmesser) (Fig. 51). Das specifische Gewicht hängt vom Milchzucker und den Milchsalzen ab. Bei Verfälschungen mit Wasser wird das specifische Gewicht geringer. Im Auslande ist das specifische Gewicht nach dem Lactodensimeter mit 28—30 für normale gute Milch festgesetzt; unter diesen Graden ist die Milch schlecht oder mit Wasser versetzt.

Der Fettgehalt der Milch wird mittelst des Cremometers festgestellt. Es ist diess ein einfacher graduirter Glascylinder (Fig. 51, 3), in welchem man die Milch durch 12 Stunden stehen lässt. Die Schichte abgesetzter Sahne wird an dem Rohre abgelesen; gute Milch soll wenigstens 8—12% des Cubikinhaltes Sahne besitzen. Zur Bestimmung der Dichtigkeit und des Buttergehaltes der Milch sind ferner manigfache Methoden in Anwendung gebracht worden, doch ist keine gänzlich fehlerfrei. Feser's ingenuöses kleines Instrument — obschon auch mit Fehlern behaftet — ist zur raschen Bestimmung recht handlich.

Der kleine Apparat (Fig. 51, 2a) besteht aus einem Glascylinder, von dessen Bodenfläche eine kleine, schwarzgraduirte Säule aus Milchglas (b) emporsteigt. In das Gefäss wird aus der 4 Ccm. haltigen Pipette [1 (4)] ein bestimmtes Quantum Milch gegeben und so lange mit Wasser verdünnt, bis man dadurch die schwarzen Grade der Milchglas-Säule eben wahrnehmen kann. Es ist selbstredend, dass, je dicker die Milch gewesen, diese behufs Ablesung der Scala um so mehr diluirt werden musste. Man kann demnach von der verbrauchten Wassermenge auf den Fettgehalt der Milch schliessen; und wenn wir wissen, bis zu welchem Grade normale gute Milch diluirt werden muss, bis die Grade genau abgelesen werden können, so wird die Probe-Milch um so schlechter oder besser sein, je nachdem weniger oder mehr Wasser zur Diluirung derselben — bei genauer Scalenablesung — verwendet wurde. An der einen Seite des Cylinders ist die verbrauchte Wassermenge in Ccm., auf der andern Seite der Procentsatz der Gewichtstheile für Fett normirt.

An dieser Stelle wollen wir auch der Wichtigkeit des Gegenstandes halber die Bestimmungsmethode des Milchfettes nach Professor Dr. Leo Liebermann ausführlich in Folgendem mittheilen.

Zur Ausführung der Methode sind folgende Instrumente nöthig:

1. Ein ungefähr 26 Cm. hoher, 3—3½ Cm. Durchmesser besitzender, mit Glas oder Korkstöpsel wohl verschliessbarer Glascylinder.

2. Eine gewöhliche, gut calibrirte mit Sperrhahn versehene Burette von 50 Ccm. Inhalt.

3. Eine kleine, dünne, 2 Ccm. haltige Messpipette, welche genau calibrirt und so graduirt ist, dass man darin 1/100 Ccm. leicht ablesen, oder dem Augenmaasse nach beurtheilen kann.

4. Ein circa 50 Ccm. haltiger kleiner Glaskolben mit flachem Boden, dünnem Halse von etwa 1 Cm. Durchmesser und gerade abgeschliffen.

5. Kalilauge von spec. Gew. = 1·2.

6. Durch Destillation gereinigter, wasserhältiger Aether, der dargestellt wird, indem man Aether mit Wasser zusammenschüttelt und vom überschüssigen Wasser nach Absitzen desselben abgiesst.

7. Zwei Stück 50, eine 20, und eine 5 Ccm. haltige Pipetten.

8. Ein nach Celsius eingetheiltes Thermometer.

Ausführung. Man nehme 50 Ccm. der wohlgeschüttelten Milch und fülle diese in den oben beschriebenen Glascylinder, setze 5 Ccm. Kalilauge

zu und giesse darauf 50 Ccm. Aether. Das Gefäss wird nun geschlossen und durch 1—2 Minuten gut umgeschüttelt, d. h. in so lange, als das Gemisch nicht homogen gelb gefärbt erscheint und alle Albumingerinnsel verschwunden sind. Nun wird der Cylinder schräg gestellt, damit sich der Aether leichter ausscheide, was zur Genüge in 10—15 Minuten erfolgt. Vorher oder unterdessen wird das Volum des unter 4. angeführten Kolbens genau bestimmt.

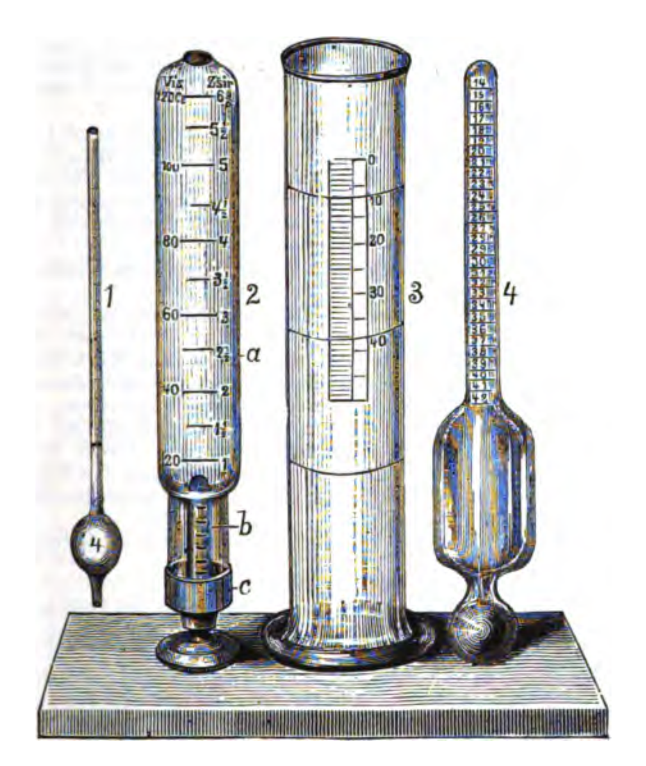


Fig. 51. Milchmess-Apparate. 1 = 4 Ccm. haltige Pipette; 2 = Lactoskop nach Feser; 3 = Cremometer; 4 = Lactodensimeter.

Die Burette (2) wird bis zum 0-Punkt mit zimmerwarmem destillirten Wasser gefüllt, welches wir in den total trockenen Kolben überfliessen lassen, ohne ihn jedoch ganz zu füllen; ein Spielraum von 1—1·5 Cm. muss übrig bleiben. Der Meniscus (Aushöhlungsrand) des in der Burette zurückgebliebenen Wassers muss genau auf einem Theilstrich stehen; es ist desshalb nöthig, einige Minuten zuzuwarten, bis das Wasser von den Rändern der Burette ab- und zusammenfliesst. Erst darnach wird die Ziffer der Ccm. des Wassers notirt. — Hierauf wird die kleine Pipette (3) bis zum 0-Punkt mit Wasser gefüllt und nach Abwischen eines an der Spitze hängenden überflüssigen Tropfens das Wasser tropfenweise in den Kolben geleert, in welchen das Wasser aus der Burette gegossen wurde und zwar so lange, bis die concave Fläche des Wassers im Kolbenhals in convexe Form übergegangen ist, was regelmässig das Werk eines Tropfens; kann aber auch von weniger Geübten gut ausgeführt und wahrgenommen werden.

Da die Zehn- und Hunderttheilchen des aus der Messpipette abgelassenen Wassers genau notirt sind, so ergibt sich die Summe dieses mit der der Burette entnommenen Menge durch genaue Messung des Kolbeninhaltes in Ccm., wonach nunmehr zur Bestimmung des Fettgehaltes der Milch geschritten werden kann.

Wir giessen zu diesem Zwecke von der abgeschiedenen Aethermenge im Cylinder etwa 20 Ccm. ab; und lassen diese in einen mit Alkohol und 2—3mal mit Aether ausgespülten Kolben fliessen; legen denselben nunmehr auf ein 40—50° C. erhitztes Wasserbad, solange bis der Aether verdunstet ist. Sobald diess erfolgt, wird der Kolben in Wasser von Zimmertemperatur gestellt, wo dann das Fett erstarrt und eine Schichte am Boden des Kolbens bildet*).

In den, die erstarrte Butter enthaltenden Kolben kommt nun erst aus der Burette, dann aus der Messpipette zimmerwarmes Wasser genau unter den obigen Cautelen, wie bei der Volumbestimmung des Kolbens.

Hiebei ist zu bemerken, dass sämmtliche Messungen bis auf einen Tropfen genau ausgeführt sein müssen, was bei einiger Achtsamkeit leicht zu erreichen ist.

Kleine Bröckelchen der erstarrten Butter, die noch im Wasser schwimmen, stören die Bestimmung nicht.

Wird nun die bei der zweiten Messung erhaltene Ccm.-Menge von dem gekannten Voluminhalt des Kolbens abgezogen, so erhalten wir die Fettmenge in Ccm., welche in 20 Ccm. Aether, resp. in 20 Ccm. Milch enthalten war. Diese Ziffer mit 5 multiplicirt gibt die Fettprocente nach der auf Seite 108 aufgestellten Tabelle, jedoch nur bei derjenigen Temperatur, die das beim Experimentiren verwendete Wasser aufwies. Die angeführte Tabelle dient zur Umrechnung der Volums- in Gewichtsprocente. Damit wir jedoch dieselbe in Anwendung bringen können, muss schliesslich das Thermometer in den Kolben gestellt werden, um daran die Temperatur des Wassers, resp. der Butter ablesen zu können.

Zum leichtern Verständniss der Ausführung und Berechnung diene folgendes Beispiel:

Der Kolben enthält 48·25 Ccm.

Nach Verdunstung der 20 Ccm. Aetherlösung war zur Füllung des Kolbens nöthig 47·3 Ccm.; somit ist das Volum der in den den 20 Ccm. Aether gelösten Butter = 48·25 — 47·3 = 0·95 Ccm.; somit wäre in 100 Ccm. Aetherlösung (oder Milch, da wir gleiches Volum in Anwendung gebracht) das Buttervolum = 5 × 0·95 = 4·75 Ccm. Die Umrechnung in Gewichtsprocente erfolgt auf folgende Weise:

Wir bestimmen die Temperatur des zum Experiment verwendeten Wassers; in unserm Falle z. B. 17°; und suchen in der ersten Columne der Tabelle (links) die Ziffer 4 auf und verfolgen dieselbe bis zur Columne mit 17 und notiren die Ziffer = 3·62568.

Nun wird in der ersten Columne die Ziffer 7 bis in die Rubrik 17 verfolgt, die dort gefundene Ziffer unter die erste, jedoch mit der Veränderung geschrieben, dass der Decimalpunkt um eins nach links verschoben wird = 0·634494. Schliesslich wird mit Ziffer 5 in Rubrik 17 ebenso verfahren, der

---

*) Es ist wohl darauf zu achten, dass die erstarrte Schichte keine Luftbläschen enthalte. Diess pflegt nicht vorzukommen, wenn das noch flüssige Fett nicht geschüttelt wird. Sollte dieser Uebelstand trotzdem eingetreten sein, so hilft dagegen leichtes Erwärmen des Kolbens über einer Flamme, worauf das Fett verflüssigt und die Luftblasen ausgetrieben werden. Von namhaftem Einflusse auf die spätere Bestimmung des Fettes ist dieses Erwärmen selbst in dem Falle nicht, als man durch den Geruch auch etwa zerfallende Butter wahrnehmen würde.

Decimalpunkt jedoch um zwei Stellen verschoben und die Zahl = 0.0453210 unter die obigen zwei Zahlen gesetzt und addirt.

Wir erhalten so die Gewichtsprocente der Butter:

3·62568
0·634494
0·045321
4·305495

In 100 Ccm. Milch finden wir somit 4·3 Gr. Butter. Wollen wir nun wissen, wie viel Butter in 100 Gr. Milch enthalten ist, so bestimmen wir das spec. Gewicht der Milch. Die folgende Formel gibt dann die Buttermenge in 100 Gr. Milch: $P = \frac{p \times 1000}{f}$, uud zwar bedeutet p = den Fettprocentsatz auf 100 Gr. Butter gerechnet und f das spec. Gewicht der Milch. (S. Umrechnungstabelle auf S. 108.)

Gute frische Milch enthält in einem halben Liter 62·2 Gr. C (Kohlenstoff) und 5 Gr. N (Stickstoff) nach Smith. Abgerahmte Milch hat 49·8 Gr. C und 5 Gr. N. Die Zusammensetzung der Sahne weist in 100 Theilen = 66 Theile Wasser, 2·7 Nitrogen, 2·1 Zucker, 26·7 Fett, 1·8 Salze auf.

Die Sahne zeigt unter dem Mikroskope grössere und kleinere dicht nebeneinandergelagerte Fettkügelchen. (S. Fig. 50, II.)

Die Derivate der Milch: Butter, Sahne, Quark (Topfen) und Käse, Buttermilch und Molke, werden sämmtlich als Nahrungsmittel verwendet; Buttermilch und Molke zur Fütterung des Borstenviehes; die Molke und das aus Stutenmilch bereitete Kumiss dient auch als Arznei für Menschen. Die Butter wird — wie bekannt — aus der Sahne oder süssen Milch durch Schlagen (Buttern) gewonnen und besteht zumeist aus den Fetttropfen der Milch. Unter dem Mikroskope sehen wir bei ihr grössere und dichter stehende Fettkügelchen als bei der Sahne. (Fig. 51, III.)

Butter wird gewöhnlich durch wohlfeilere thierische Fettarten: Schöpsentalg, Unschlitt, gefälscht; aus Kuhtalg wird fabriksmässig auch geniessbare Butter hergestellt. Nach Smith soll das zu Schmier- und Beleuchtungszwecken verwendbare Palmenöl (Palmenbutter) ebenfalls zu obigem Zweck verwendet werden. Der Geschmack der Butter wird noch am wenigsten durch Schweinefette (Schmalz) alterirt. Oft wird Butter übersalzen, wodurch sie an Gewicht gewinnt. Auch pflegt man viel Wasser in derselben zurückzulassen. Salz- und Wasserüberschuss lässt sich theils durch Auswaschen, theils durch Verdampfen constatiren; aus der Gewichtsabnahme nach dem Auswaschen kann man auf den Zusatz schliessen; Fälschungen mit thierischen Fetten sind durch den widerlichen aromatischen Beigeschmack erkennbar. Die schöngelbe Farbe der Butter rührt in manchen Fällen von beigesetztem Safran her.

Die Butter ist zusammengesetzt aus 77 C, 12 H, 11 O. Im Mittel enthalten 100 Theile Butter:

15·0 Wasser 83·0 Fett 2·0 Salze.

Buttermilch ist die bei der Butterbereitung; Molke bei Quark- und Käsebereitung zurückgebliebene Flüssigkeit:

Tabelle

zur Umrechnung der Volumprocente der Butter in Gewichtsprocente.

Volumprocent	Gewichtsprocente, den verschiedenen Graden nach Celsius entsprechend															
	15°	16°	17°	18°	19°	20°	21°	22°	23°	24°	25°	26°	27°	28°	29°	30°
1.	0·91109	0·90831	0·90642	0.90377	0·90170	0·90034	0.89897	0.89626	0·89216	0·88822	0·88703	0.87584	0·87463	0·87327	0·87191	0·87055
2.	1·82218	1·81662	1·81284	1·80754	1·80340	1·80068	1·79794	1·79252	1·78432	1·77644	1·77406	1·75168	1·74926	1·74654	1·74382	1·74110
3.	2·73327	2·72493	2·71926	2.71131	2·70510	2·70102	2·69691	2·68878	2·67648	2·66466	2·66109	2·62752	2·62389	2·61981	2·61573	2·61165
4.	3·64436	3·63324	3·62568	3·61588	3·60680	3·60136	3·59588	3·58504	3·56864	3·55288	3·54812	3·50336	3·49852	3·42308	3·48764	3·48220
5.	4·55545	4·54155	4·53210	4·51885	4·50850	4·50170	4·49485	4·48130	4·46080	4·44110	4·43515	4·37920	4·37315	4·36635	4·35955	4·35275
6.	5·46654	5·44986	5·43852	5·42262	5·41020	5·40204	5·39382	5·37756	5·35296	5·32932	5·32218	5·25504	5·24778	5·23962	5·23146	5·22330
7.	6·37763	6·35817	6·34494	5·32639	6·31190	6·30238	6·29279	6·27382	6·24512	6·21654	6·20921	6·13088	6·12241	6·11289	6·10337	6·09385
8.	7·28872	7·26648	7·25136	7·23016	7.21520	7·20272	7·19176	7·17008	7·13728	7·10576	7·09624	7·00672	6·99704	6·98616	6·97528	6·96440
9.	8·19981	8·17479	8·15778	8·13393	8·11530	8·10306	8·09073	8·06634	8·02944	7·99398	7·98327	7·98256	7·87167	7·85943	7·84719	7·83495

Nach **Smith** ist die Zusammensetzung von Butter und Buttermilch folgende:

100 Theile	Wasser	Fette	Salze	Zucker	N
1. Butter	15·0	83·0	2·0	—	—
2. Buttermilch	88	0·7	0·8	3·6	4·1

In der Molke fehlt das Caseïn gänzlich; doch enthält sie Zucker, Säure und Salze.

Nach Völcker beträgt in einem Liter Molke der Kohlenstoff (C) = 23·2 Gr., der Stickstoff (N) 1·8 Gr.

Nährsalze.

Unter Nährsalzen verstehen wir diejenigen Salze, welche sich im Blute und den Gewebsflüssigkeiten der Thiere vorfinden und die ausgeschiedenen Salze der Secrete und Excrete des Organismus zu ersetzen im Stande sind. Sie sind für die Ernährung, sowohl des Menschen als der Thiere von grösster Wichtigkeit.

Die Wichtigkeit der Nährsalze ist gemeinhin bekannt; Nahrungsmittel mit geringem Salzgehalte, wie das Fleisch, werden gesalzen; Thieren pflegt man es zum Futter zuzusetzen, oder dieselben an Salz lecken zu lassen. Die Beförderung des Stoffwechsels infolge solcher Salzzufuhr ist an Thieren genügend erwiesen. Das verbreitetste unter diesen ist das Kochsalz ($ClNa$), welches sich in sämmtlichen Körpertheilen, dem Harn, Blut, Milch und Drüsensecreten vorfindet; in kleinern Mengen kommen ferner die phosphorsauren, schwefelsauren und kohlensauren Salze vor.

Ausser dem Kochsalz sind die kohlensauren, schwefel- und phosphorsauren Salze nicht nur als Nährsalze allein, auch als gewebe-constituirende Substanzen von grösster Tragweite. Unter den letztgenannten sind die Kalksalze insbesondere zum Ersatz der festen Bestandtheile der Knochen unerlässlich, da bei geringer Kalkzufuhr in den Organismus die Knochen des Menschen und der Thiere schwächlich, unentwickelt, sogar brüchig werden. Chossat machte zu diesem Zwecke einige, auch von Voit constatirte interessante Experimente, wonach die Knochen von, mit reinem Weizen längere Zeit hindurch gefütterten Tauben, denen kalkhaltiges Wasser entzogen wurde, an Osteoporose erkrankten, d. h. die Knochen wurden schwammig und brüchig, indem die Kalksalze daraus resorbirt wurden. Voit konnte constatiren, dass die Schenkelknochen solcher im Käfig gehaltener, also des Fluges beraubter und zum Trippeln verurtheilter Thiere sich verdickten, hingegen die Brustbeine osteoporotisch wurden; zum Zeichen dessen, dass die Kalksalze und Erden aus den ruhenden zu den functionirenden Knochen hingeleitet wurden, indem der

Organismus der nöthigen Kalkzufuhr entbehrte, da bekanntlich im Weizen kein Kalk enthalten ist.

Genussmittel.

Unter die Genussmittel reihen wir sowohl natürliche Producte als künstliche Fabrikate ein; solche sind: die geistigen Getränke, Wein, Branntwein, Bier, Liqueure, blos dem Menschen zum Getränk dienend. Zu den in der Natur vorkommenden Genussmitteln zählen wir: die Gewürze, Thee (mit wenig Albumin, Dextrin, Zucker und Theïn), Kaffee (mit wenig Zucker und Coffeïn) und endlich die ätherischen Oele, die in Nähr- und Futterstoffen vorkommen. Aetherische Oele finden wir z. B.: im Lauch, Anis, Kümmel, Heu, in Gräsern, Blumen u. A.

Die Genussmittel enthalten kaum oder gar keine Nährstoffe, sondern dienen hauptsächlich zur Erhöhung der Schmackhaftigkeit der Nahrungsmittel; ferner dazu, um die Schleimhäute des Magens und des Darmes zu reizen, damit diese mehr Secret liefern, wodurch die Verdauung beschleunigt wird. Die geistigen Getränke sind schon in kleinen Mengen durch Reiz der Schleimhäute, Vermehrung der Secretion und Beförderung der Verdauung wirksam.

Einleitende und begleitende Processe der Ernährung.

Hunger- und Durstgefühl.

Hunger und Durst sind beide auf die Regelung des thierischen Stoffwechsels von grossem Einflusse, da durch dieselben die Zufuhr von Nahrung und Wasser bedingt wird.

Das Hungergefühl macht sich im Magen bemerkbar; die verschiedensten am Menschen und an Thieren angestellten Experimente beweisen jedoch, dass es centralen Ursprunges, im Magen jedoch blos localisirt ist.

Es ist eine bekannte Thatsache, dass das Tabakrauchen oder etwas Opium den Appetit für einige Zeit zu benehmen im Stande sind, weil die im Tabak und Opium befindlichen wirksamen Substanzen auf die das Hungergefühl an die Centralorgane vermittelnden Magennerven narcotisirend wirken und deren Thätigkeit durch Narcose hemmen.

Für den centralen Ursprung des Hungergefühles spricht jedoch der Umstand, dass sich dasselbe bei längerer Dauer trotz Rauchens oder Opiumgenusses rasch geltend macht.

Das Thierexperiment wurde mit hungernden Hunden in der Weise ausgeführt, dass man ihren Magen mit Erde füllte, worauf sie eine Weile nicht zu fressen verlangten, trotzdem die Erde keine Nahrungsmittel enthält; es beschwichtigten sich zeitweilig die Nerven, weil der Magen gefüllt war, um dann einem um so grösseren Hungergefühle Platz zu machen. Daraus folgt nun, dass das Hungergefühl wohl im Magen localisirt, jedoch centralen Ursprunges ist.

Das Hungergefühl wird gänzlich erst sistirt, wenn ein bestimmtes Maass von Nährmaterial aus dem Magen in den Darm und von da aus ins Blut gelangte. Dass dasselbe nicht allein von den sensiblen Nerven der Magenschleimhaut erzeugt wird, dafür sprechen die von Sedillot angestellten Experimente. Sedillot durchschnitt die motorischen und sensiblen Nervenfasern des Magens, den Vagus; und beobachtete durch Wochen hindurch an den Thieren die sicheren Zeichen des Hungers. Schiff, der an Kaninchen sowohl beide Vagus als auch beide Sympathicus durchschnitt, ausserdem noch das Ganglium coeliacum exstirpirte, sah die noch 5—6 Tage am Leben gebliebenen Thiere hungrig werden und dann gut fressen. Für den centralen Ursprung spricht ausserdem die Thatsache, dass an Duodenalfisteln leidende Menschen bei bester Ernährung ihren Hunger nicht stillen können, weil die Resorption der entsprechenden Nahrungsstoffmenge eben unmöglich wird (Busch).

Das Durstgefühl ist in der Mundhöhle localisirt und kennzeichnet sich durch das Gefühl des Ausgetrocknetseins an dem Gaumen, Rachen und der Zunge. Dass die Localisation des Durstes ebenfalls im Rachen statthat, aber centralen Ursprunges ist, beweist: dass bei Anfeuchtung der genannten Theile derselbe für kurze Zeit schwindet, um bald in erhöhtem Maasse wiederzukehren. Wenn an Thieren die Nn. glossopharyngeus und laryngeus superior durchschnitten werden (welche die Schleimhaut mit sensiblen Fasern versorgen), bleibt das Durstgefühl eben seines centralen Ursprunges wegen bestehen. Der Durst entsteht somit durch eine gewisse Eindickung des Blutes und währt insolange, bis nicht eine bestimmte Menge Wassers in das Blut aufgenommen wurde. Der beste Beweis hiefür ist folgendes interessante Experiment:

Wird einem ausgedürsteten Hunde Wasser in die Venen gespritzt (Dupuytren, Magendie), so verlangt er nicht zu saufen.

Der Hunger wird von verschiedenen Thieren verschieden lange Zeit ertragen. Pferde können, nach Ergebnissen der vom französischen Kriegsministerium angeordneten Versuche, 8—15 Tage ohne nachweisliche Folgeübel hungern, vorausgesetzt, dass sie genügend getränkt werden; über diese Zeit gehen sie in kurzer Zeit an Inanition zu Grunde, selbst wenn sie nach dem Hungern mit regelrechtem Futter versehen wurden.

Pflanzenfresser sind für Hunger empfindlicher als Carnivoren. Während Pferde erst nach 20—30 Tagen Hungerns zu Grunde gehen, bleiben Hunde bei vollkommenem Fasten 40 bis 60 Tage am Leben (Schmidt-Mülheim).

Ungenaues Einhalten der Fütterungszeit bringt, besonders beim Pferde, Verdauungsschwäche und andere Uebel zu Tage; was für Thierzüchter von besonderer Wichtigkeit ist.

Der Gewichtsverlust verhungerter Thiere ist sehr beträchtlich. Vorher gut genährte Thiere verlieren nach Chossat beinahe die Hälfte ihres Körpergewichtes; Colin fand, dass ein gut genährtes Pferd nach 4tägigem Fasten mehr als 1/8 des Körpergewichts eingebüsst hatte.

Nach den Untersuchungen von Voit verloren die Organe einer ausgehungerten Katze:

Verlust von	1000 Gr. frischen Organes	1000 Gr. trockenen Organes
Knochen	13·9 %	— %
Muskeln	30·5 „	30·2 „
Leber	53·7 „	56·6 „
Niere	25·9 „	21·3 „
Herz	29·6 „	— „
Hirn und Rückenmark	9·2 „	— „
Fettgewebe	97·0 „	— „
Blut	27·0 „	17·6 „

Während des Hungers werden die Organe wasserhaltiger. Hirn und Rückenmark werden in diesem Zustande in geringstem Maasse verändert.

Mechanismus der Ernährung.

Das Kauen.

Die Verkleinerung der Nahrung besorgen während der Bewegung des Unterkiefers die Zähne, welche bei verschiedenen Thieren auf mannigfache Art und in verschiedener Anzahl angeordnet sind. Bei den Omnivoren finden wir Schneide-, Augen- und Mahlzähne. Die Schneidezähne verkleinern die grössern Nahrungsstücke, die Mahlzähne verreiben dieselben.

Die Einhufer haben im Ober- und Unterkiefer je 6 Zähne. Augenzähne kommen hiebei nur den Männchen zu. Die Anzahl der Zähne beim Hengst beträgt 40 (bei der Stute 36) u. z. 12 Schneide-, 4 Augen- und 24 Mahlzähne.

Die Wiederkäuer besitzen 32 Zähne und zwar 8 Schneide- und 24 Mahlzähne im untern (hintern) Kiefer. (Im obern oder Vorderkiefer fehlen die Schneidezähne.)

Das Schwein hat 44 Zähne: 12 Schneide-, 4 Augen- (Hauer), 24 Mahl- und 4 sogen. Wolfszähne.

Der Hund hat 12 Schneide-, 4 Augen-, 24 Mahl- und 2 Wolfszähne, zusammen 42.

Die Katze besitzt 12 Schneide-, 4 Augen-, 8 Mahlzähne im obern, hingegen von letzteren nur 6 im Unterkiefer.

Die Pflanzenfresser brauchen mehr die Mahlzähne, während für die Fleischfresser sowohl die Schneide-, als die sogen. Reisszähne (Hauer) von grösserer Wichtigkeit sind. Die Aufgabe der Zähne besteht darin, die aufgenommene Nahrung zu zerkleinern, zerreiben, kurz in so kleine Theile zu vertheilen, dass deren kleinste Parthien von den Verdauungssäften durchdrungen und

zur Verdauung vorbereitet werden. Zur Verreibung der Speisen ist ferner auch die Kaubewegung nothwendig, welche in complicirter Weise durch das Doppelgelenk und die Muskulatur des Kiefers erfolgt; und zwar bei den meisten Thieren nach oben, unten, vorne, rückwärts und seitlich. Der Papagei, das Krokodil, die Schlangen und Fische haben einen nach oben und unten beweglichen Oberkiefer.

Der Kiefer wird nach oben durch die Mm. masseter, temporales und pterygoidei bewegt; nach unten sinkt derselbe theils durch seine eigene Schwere, theils wird er in dieser Bewegung durch die vorderen Bäuche der Mm. digastrici, die Mm. geniohyoidei, mylohyoidei, geniohyoidei und das Platysma Halleri bewegt; während die Mm. pterygoidei den seitlichen Bewegungen vorstehen.

Das gemeinsame Nervencentrum für die Kaubewegung liegt nach Schröder van der Kolk in den Oliven der Medulla oblongata.

Während der Bewegungen des Unterkiefers durchschneiden die Schneidezähne die (harten) Nahrungsmittel, hierauf schiebt die Zunge solche zu den Mahlzähnen, wo deren Vermahlung zu Brei erfolgt, den die Zunge zum Bissen (bolus) formt und dann nach hinten stösst.

Bewegung der Zunge.

Die Hauptmasse der Zunge besteht aus quergestreiften — in Geflechte angeordneten — Muskeln, an denen man vier Schichten unterscheiden kann.

Die Muskeln verlaufen in einer Hauptrichtung von der Zungenwurzel zur Spitze in einer obern und untern Schichte; dann aber in zweiter Hauptrichtung als obere und untere Querschichte.

Diese Muskellagen bilden miteinander dichtverzweigte Netze, deren Enden in feinem Bindegewebe (Sehnen) verlaufen, und zwischen denen man elastisches Binde-, Fett- und Drüsengewebe findet. Das Ganze wird von Schleimhaut umhüllt. Die Zunge ist reichlich mit Nerven versehen.

Die Richtungen der Zungenbewegung sind: nach vorne und rückwärts, nach oben und unten, ebenso nach rechts und links gerichtet; schliesslich muldenförmig gebogen nach oben und unten beweglich. Das Vorstrecken der Zunge besorgt der Kinn-Zungenmuskel (M. genioglossus), die Bewegung nach rückwärts der Zungenbein-Zungen- und Griffel-Zungenmuskel (M. hyo- et styloglossus) und seine Längsfasern. Verschiedene Formveränderungen der Zunge werden darin durch eigene Muskelbündel hervorgebracht; so wölbt sich bei Contraction der oberen Längsfaserbündel die Zunge nach oben; bei derjenigen der unteren beugt sie sich nach abwärts; neigt sich nach einer

Seite bei Zusammenziehung der betreffenden Längsmuskeln und wird bei Contraction der oberen Querfasern nach oben muldenförmig; bei Verkürzung der untern Querfaserschichte sieht die Mulde nach unten. Als motorischer Nerv für die Zunge ist der Unterzungennerv (N. hypoglossus) zu betrachten.

Die Zunge frisch getödteter Thiere soll angeblich (von Cardamus 1550 beobachtet) einen Tag lang fibrilläre Muskelzuckungen zeigen.

Mechanismus des Schlingens (Deglutatio).

Das Thier formt durch die Kieferfunction, ferner durch das Mahlen der Zähne und die Bewegung der Zunge die mit Speichel durchtränkte Nahrung zum Bissen (bolus). Das Durchfeuchten des Bissens mit Speichel und Ueberziehen mit Schleim ist schon aus dem Grunde unumgänglich nothwendig, damit solcher dadurch theils schlüpfrig wird, theils dessen einzelne Bestandtheile unter und durch diesen Process verdaut werden. An dem Schlingen betheiligen sich: die Schliessmuskeln des Mundes, das vordere und hintere Gaumensegel, der Rachen mitsammt seiner Muskulatur, der Kehldeckel und die Muskeln der Speiseröhre. Den durchfeuchteten Bissen drängt dann die muldenförmig gestaltete Zunge gegen das vordere Gaumensegel und darüber hinweg; sobald derselbe jedoch das Gaumensegel berührt, geräth dieses in Reflexbewegung.

Reflex-Bewegung tritt bei unwillkürlicher Zusammenziehung der Muskeln und infolge einer vom Gefühle bedingten Wirkung ein. So ziehen wir z. B. bei einem Stich in den Finger denselben unwillkürlich zurück. Ebenso wird beim Schauen in grelles Licht oder Schnupftabakaufziehen die Schleimhaut der Nase gereizt, es treten infolge dessen Athembewegungen, das Niesen ein. Diese Organe sind nämlich sowohl mit sensiblen als auch motorischen Nerven versehen. Die sensiblen Nerven leiten das Gefühl zum Gehirn; die motorischen Nerven bewegen sich nicht allein, leiten jedoch den zur Bewegung nöthigen Reiz, infolge dessen die Bewegung ausgelöst wird. So sind die Nerven treffend von Einigen mit Telegraphendrähten verglichen worden, welche die Befehle vermitteln; und die Nervenzellen, in denen der Wille seinen Sitz hat mit den elektrischen Batterien, aus denen der Befehl kommt.

Willkürliche Bewegungen entstehen nun auf die Weise, dass die Nervenfasern den in den Ganglienzellen entstandenen Willenreiz nach den Muskeln leiten, worauf sich letztere — gleichsam auf Befehl — contrahiren. Diese Bewegung ist jedesmal die Folge des aus dem Centrum stammenden Reizes.

Die Reflexbewegung legt einen längern Weg zurück. Der Impuls wird von den sensiblen Endorganen aufgenommen und dessen Empfindung durch die sensiblen Nerven zu den Zellen des Centralorganes geleitet. Von hier wird der Reiz auf die mit ihnen zusammenhängenden motorischen Ganglienzellen und auf dem Wege dieser durch die motorischen Nervenfasern an die entsprechenden Muskeln übertragen und durch diese die Bewegung ausgelöst.

Daraus wird ersichtlich, dass der Reflexbewegungsreiz einen bedeutend längern Weg, als der Reiz für die willkürlichen Bewegungen zu beschreiben hat.

Darauf schliessen sich die Flügel des Gaumensegels plötzlich (Action der Zungen- und Gaumenmuskeln, Mm. palatoglossi)

und der Bissen kann nicht mehr in die Mundhöhle zurück. Sobald derselbe die vorderen Schenkel des Gaumensegels passirte, erfolgt das Schlingen unabhängig vom Willen. Der weiche Gaumen spannt sich aus (Wirkung des Tensor veli palatini), die weichen Gaumensegelhebemuskeln (Levator veli palatini) contrahiren sich, der obere Schlundschnürmuskel (M. pterygopharyngeus) drückt nun die hintere und seitliche Rachenwand an die hintere Fläche des sich horizontal erhebenden und ausgespreizten Gaumensegels. Hierauf nähern sich die hinteren Gaumensegelbögen einander (über Contraction der M. palatopharyngei) und kann der Bissen, da sich unter dieser Procedur der Nasenrachenraum (Cavum pharyngonasale) abschliesst, unter normalen Verhältnissen auch nicht in den Nasenraum gelangen. Durch kräftige Contraction der Schlundschnürer wird der Bissen von hier aus nach abwärts gegen die Speiseröhre gedrückt, der Kehlkopf wird gehoben und der Zungengrund drückt den Kehldeckel nieder, die eigene Muskulatur des Kehldeckels — durch Reflexbewegung contrahirt — hält denselben herabgezogen, die Kehlkopföffnung schliesst sich, und der Bissen wird unter normalen Verhältnissen nunmehr auch diesen Weg verlegt finden. Es bleibt für denselben blos die Speiseröhre offen, in welche er durch Action der Schlundschnürer hineingeleitet wird und durch Contraction der Speiseröhre bis in den Magen gelangt.

Magendie und Schiff beobachteten bei Hunden, dass dieselben gefärbte Flüssigkeiten vom Zungengrunde direct in die Speiseröhre gelangen liessen, ohne dass der durch die Zungenwurzel gedeckte Kehldeckel gefärbt worden wäre. Es käme demnach auch ohne Action der den Kehldeckel herabziehenden Muskeln — wenigstens beim Hunde — kein Bissen in die Trachea; es genügt hiezu die oben skizzirte Function des Zungengrundes.

Das Nervencentrum für die Organe des Schlingens ist nach Schröder van der Kolk in den Nebenoliven des verlängerten Markes zu suchen. Doch führen Thiere, bei denen das Gehirn, Kleinhirn und die Varolsbrücke zerstört wurden, noch Schlingbewegungen aus.

Unter normalen Verhältnissen gelangt der Bissen aus dem Rachen direct in die Speiseröhre. Während des Lachens oder Sprechens können jedoch Speisetheilchen in die Kehle oder auch in die Luftröhre gelangen, worauf jedesmal so lange Husten erfolgt, bis nicht der kleinste Theil durch die ausgestossene Luft heraus befördert wird. Die Betrachtung des Kehldeckels auf anatomischer Basis verdanken wir Dzondi; hingegen erwies Czermak auf Grund laryngoskopischer Befunde, dass nach Exstirpation des Kehldeckels bei Thieren gleichfalls keine Speisetheilchen in die Luftröhre gelangten, weil die Stimmritze durch die echten und falschen Stimmbänder abgeschlossen und somit die zur Trachea führende Passage verlegt wird.

Bewegung des Magens und der Därme.

Der Magen führt in dem Maasse, als fremde Substanzen hineingelangen, nach einiger Zeit Reflexbewegungen aus; inzwischen mischt er jedoch die Nahrungsmittel mit Magensaft und Schleim. Die Experimente an Menschen und Thieren, welche mit Magenfisteln behaftet waren, lehrten (Beaumont, Brinton), dass der in den Magen gelangte Bissen vom Pylorus bis zur Cardia des Magens und von da wieder zurück Kreisbewegungen anstellt. Und zwar geht derselbe an der grossen Curvatur vom Pylorus bis zur Cardia, von hier an der kleinen wieder bis zum Pförtner, um seinen Kreislauf von Neuem zu beginnen (Beaumont versuchte diess durch die Ablenkungen eines, in die Magenfistel eines Menschen eingeschobenen Thermometers zu erweisen). Brinton erweiterte Beaumont's obige Angaben dahin, dass er den Magen als einfachen Schlauch zu betrachten lehrte, welcher an beiden Enden geschlossen und durch Contraction an der grössern Krümmung (von einem Ende [Cardia] zum andern [Pylorus]) eine Strömung aufweisen müsse, während in der Axenrichtung der Flüssigkeiten und zwar am kürzern Wege, also der kleinen Curvatur näher gelegen, eine Gegenströmung entsteht.

Diese Bewegung des Magens erfolgt angeblich nach Einführung der Bissen insolange, als der eingenommene Nahrungsstoff nicht breiig (zu sogen. Magenbrei [Chymus]) wird, worauf die Muskeln des Pylorus erschlaffen und der weiche Speisebrei nunmehr sich in den Dünndarm behufs weiterer Verdauung ergiesst *). Einige vindiciren — obschon ohne experimentelle Grundlage — dem Magen und Pylorus auch elective Eigenschaften, welche darin bestehen sollen, dass sowohl der Magen als auch der Pylorus auswählen, fühlen würden, was ihnen zugehörig sei. Mit Recht wird diese Eigenschaft von Pönsgen in Frage gestellt.

Ausser den sich periodisch erneuernden sogen. peristaltischen (wurmförmigen) Bewegungen verfügt der Magen auch über eine anders geartete. Diess ist eine kleinere Bewegung, während welcher die Magenwandung sich langsam hin und

*) Versuche, die diessbezüglich in meinem Laboratorium durch Professor K. Kétli in meiner Gegenwart an Hunden und Katzen angestellt wurden, lehrten, dass in den Dünndarm nicht allein Speisebrei, sondern (nach 4½ Stunden) auch grössere, weniger verdaute Fleischstücke gelangen. Das Experiment wurde derart angestellt, dass ein gut gehaltener Hund aufgebunden, sein Magen durch eine Bauchwunde herausgeholt und dann mittelst eines in das Duodenum geschnittenen Fensters die aus dem Magen in den Darm gelangten Substanzen controllirt wurden.

her bewegt. Beaumont will diese als periodische — mit einem Turnus von einigen Minuten — auffassen. Zum Beweise dieser Bewegungen wurde angezogen, dass in Rind- und Hundemägen herabgeschluckte Haare zu regulären Kugeln umgestaltet werden.

Die Muskelmägen der körnerfressenden Vögel besitzen eine mit grosser Energie ausführbare Contractionsfähigkeit. Nach älteren Daten sollen in denselben Glaskugeln zertrümmert und Blechröhren (die erst durch ein Gewicht von 40 Kilogr. plattgedrückt werden konnten) verbogen werden. Die Chitinmägen der Käfer zeigen gleichfalls verkleinernde Eigenschaften.

Zur Erklärung des oben erwähnten Kreisganges im Magen sind zweierlei Bewegungen herangezogen, und zwar die peristaltische und die gegentheilige, die antiperistaltische Bewegung. Die peristaltische erfolgt von der Cardia zum Pylorus; die antiperistaltische in umgekehrter Richtung. Die Annahme einer antiperistaltischen Bewegung ist gar nicht zwingend dafür, dass der Mageninhalt von dem Pylorus zur Cardia zurückströme; denn bei Compression eines geschlossenen Schlauches wie der Magen muss, wie oben erwähnt, eine in der Axe erfolgende Rückströmung eintreten.

Wir schliessen hieran die nach Anderen von Pönsgen zusammengestellten Angaben betreffs der Magenbewegung in Kürze an:

Die Totalcontraction und somit auch Totalverengerung des Magens tritt über Contraction sämmtlicher Magenmuskelfasern ein; bei der peristaltischen Bewegung spielen die Ringmuskeln die Hauptrolle, während die Action der Längs- und Schrägmuskeln für die peristaltische Bewegung, wenn auch nicht ausgeschlossen, doch bisher nicht erwiesen ist.

Nach der Mahlzeit vollführt der Magen wahrscheinlich eine tonische Contraction um seinen Inhalt. Diese hört nach 1—1½ Stunden auf, um den peristaltischen Bewegungen Platz zu machen. Letztere sind anfangs schwächer, werden aber mit zunehmender Verdauung immer intensiver, und zwar bedeutender an der grossen Curvatur in der Pylorusgegend, als an der Cardia; ihre Richtung geht von der Cardia zum Pylorus. Am Pylorustheile kommen wahrscheinlich unter normaler Verdauung auch antiperistaltische Bewegungen vor*).

Die Intervalle der einzelnen Bewegungen sind verschieden, bald lang, bald klein oder ganz verschwindend; hingegen ist die fortleitende Geschwindigkeit eine constantere, so dass zu der Bewegung des Magens von einem Ende zum andern etwa 1—1½ Minuten Zeit verbraucht wird.

Eine wirkliche Umdrehung (Rotation) um seine Axe kommt dem Magen in der Norm nicht zu.

Zweck der Magenbewegungen ist die Vermengung der Nahrungsstoffe mit Magensaft; die Beförderung der Secretion des Magens, möglicherweise die Vorbereitung der Resorption, in geringerem Maasse auch (besonders an der Pylorusgegend) die mechanische Verkleinerung der Nahrungsmittel.

Im ersten Stadium der Verdauung tritt eine allgemeine, mässig intensive Bewegung des Magencontentums auf, so dass die peripheren Theile des

*) Aus den in Gemeinschaft mit Prof. Dr. Kétli angestellten Versuchen ersahen wir, dass an Hunden nach Aufnahme von Flüssigkeiten etwa binnen 5 Minuten, nach Zufuhr fester Nährstoffe etwa nach ¼ Stunde neben den von der Cardia zum Pylorus sich erstreckenden peristaltischen Bewegungen, auch vom Pylorus bis zur Magenmitte sich ausbreitende mit ersteren alternirende antiperistaltische Bewegungen auftraten.

letztern von der Cardia zum Pylorus, die centralen Theile hingegen in der Axenlinie nahe der kleinen Magencurvatur zurückströmen (Brinton). Mit zunehmender Verdauung wird die Axenströmung stetig geringer, bis sie endlich aufhört und nunmehr das Magencontentum durch den geöffneten Pylorus, während einer von der Cardia zum Pylorus verlaufenden Richtung, in's Duodenum gelangt.

Die Cardiaöffnung schliesst sich um so stärker, je mehr der Magen gefüllt ist; sie steht jedoch auch bei leerem Magen nie oder nur äusserst selten offen. Von Mikulicz wird übrigens nach an Menschen mit dem Oesophagusspiegel angestellten Untersuchungen das Gegentheil behauptet. Der Pylorus ist im ersten Stadium der Verdauung total und tonisch geschlossen*).

Physiologie des Erbrechens.

Das Erbrechen wurde antiperistaltischen Bewegungen zugeschrieben; nun wissen wir aber seit Magendie, dass es hauptsächlich durch die Action der Bauchpresse, die Bauchmuskeln, die Zwerchfellmuskulatur und die Function der Baucheingeweide bedingt wird. Es erfolgt auf die Weise, dass das Zwerchfell fixirt, der Cardiaösophagealtheil der Speiseröhre verkürzt emporgehoben wird, wobei die Cardia geöffnet und die Bauchorgane durch die Bauchpresse in die Höhe getrieben sind, wodurch dann der Mageninhalt unbedingt nach oben entleert werden muss. Magendie hat zum Beweise dessen einem Hunde den Magen herausgeschnitten und an dessen Stelle eine Schweinsblase mit einem Schlauch an den Oesophagus gebunden; der Hund konnte unter solchen Umständen ebenfalls erbrechen, sobald in seine Venen Brechweinsteinlösung injicirt wurde (Function des Zwerchfells und der Bauchpresse). Man ersieht hieraus, dass das Erbrechen nicht durch die antiperistaltischen, aber auch nicht durch die peristaltischen Bewegungen allein, sondern zumeist durch Action der Bauchpresse erfolgt.

Neben der Wirkung der Bauchpresse theilt Landois hiebei den Magenbewegungen eine Führerrolle zu. Gianuzzi führt ein blos für die Bauchpressenaction sprechendes Experiment an, welches darin besteht, dass mit Curara (Curare, Vorara, Urari, amerik. Pfeilgift) vergiftete Thiere zu erbrechen nicht vermögen, weil ihre Bauchpressemuskeln gelähmt, hingegen die Magennerven bekanntlich nicht paralysirt sind.

Erbrechen kann ferner auf chemische und mechanische Agentien erfolgen, dann über Reizung der centripetalleitenden Schleimhautnerven an Rachen, Kehle, Zungenwurzel und Magen. In gewissen krankhaften Zuständen auch auf Reizung der Harnorgane und auf directe Reizung des Centrums für das Erbrechen.

*) Die in unserm Institute angestellten Experimente ergaben ähnliche Resultate; es ergab sich hiebei, dass der Pylorus sich in späteren Stadien öfter öffne und dann jedesmal halb oder ganz verdaute Speisetheile durch denselben in das Duodenum gelangen.

Das Nervencentrum für das Erbrechen befindet sich in der Medulla oblongata und steht mit den Athmungscentren in Verbindung, insofern als man z. B. bei Thieren das Erbrechen durch energische künstliche Respiration zu sistiren vermag. Ebenso kann der Mensch während des Unwohlseins durch rasches und tiefes Athmen dem Erbrechen vorbeugen oder dieses wenigstens verzögern (Landois).

Thiere, welche zu erbrechen vermögen, sind die meisten Carnivoren; hingegen das Pferd und die Wiederkäuer nur ausnahmsweise. Auf Darreichung von Brechmitteln sollen angeblich auch Fische erbrechen. Das Schwein erbricht nur mit grosser Anstrengung; Vögel werfen unter ähnlicher Action die unverdauten Substanzen aus; die Taube nährt die Jungen durch Zuwerfen eines im Kropfe bereiteten Nahrungsgemisches; die Raubvögel werfen nach der Verdauung Steine, Federn und die Knochen kleiner Thiere aus.

Für die Mitbetheiligung des Magens am Brechacte können wir — nach Mettinger — folgendes anführen:

1. Bei niederen Wirbelthieren ist der Magen allein im Stande, den Brechact zu vollziehen, während er bei höher organisirten hiezu nicht genügende Kraft besitzt.

2. Bei Darreichung von Brechmitteln treten antiperistaltische Bewegungen auf, oder werden die peristaltischen verstärkt und so vom Magen aus das Erbrechen eingeleitet, während zum eigentlichen Brechacte die Bauchmuskeln herangezogen werden.

3. Beim Erbrechen contrahiren sich zuerst die Magen-, dann die Zwerchfell-, schliesslich die Bauchmuskeln.

4. Der Oesophagus nimmt wahrscheinlich durch seine Contraction in toto activen Antheil am Brechacte.

5. Jede — das Athmen unterbrechende — Einwirkung stört den Brechact.

6. Morphium-Narcose verhindert denselben.

7. Leichte Chloroform-Narcose hindert das Erbrechen nicht; tiefe allerdings.

8. Katzen, auf den Rücken gebunden, erbrechen nicht*).

9. Beiderseitige Durchtrennung des Vago-sympathicus am Halse bringt bei Hunden starkes Brechwürgen hervor, doch ohne eigentliche Entleerung, und behindert die Wirkung von Brechmitteln keineswegs.

10. Brechweinstein auf den Magen des Frosches direct applicirt wirkt selbst bei Ausschliessen des (vorher zerstörten) Hirn- und Rückenmarkes als Brechmittel.

An ähnlich behandelten Fröschen bewirkt Bleizucker leichte, Crotonöl energische peristaltische Bewegungen.

Zur Geschichte der Lehre vom Erbrechen.

Mit der Erforschung der Ursache des Erbrechens befassen sich die Physiologen seit langer Zeit. Wepfer nahm am Schlusse des XVII. Jahrhunderts davon ausgehend, dass bei Vivisectionen nach Eröffnung der Bauchhöhle

*) Wir sahen auf subcutane Einspritzung von Apomorphin an einer grössern kräftigen aufgebundenen Katze Brechreize auftreten.

und Contraction des Magens sich dessen Inhalt entleere, an, dass im Lebenden die energische Contraction des Magens zum Erbrechen genügend sei. Perrault folgerte dasselbe, auf seinen Untersuchungsergebnissen fussend, dass das Erbrechen auf energische Contraction des Magens erfolge, obgleich er sowohl Bauchhöhle als das Diaphragma eröffnete. Haller lässt das Erbrechen vom Magen aus entstehen; nimmt aber zur Erklärung die antiperistaltische — vom Pylorus zur Cardia ziehende — Bewegung zu Hilfe. Berard versucht die Erklärung aus der Wirkung von Diaphragma und Bauchmuskulatur zu führen. Chirae war der Erste, der auf experimentellem Wege bestrebt war, den Brechact aus der Wirkung des Zwerchfelles und der Bauchdecken zu erklären, und die Betheiligung des Magens in Abrede zu stellen. Er gab Hunden Sublimat ein und trennte hierauf die Bauchdecken bis zum Magen; hob letztern aus der Bauchhöhle und fand ihn sehr wenig empfindlich. Nun reponirte er den Magen und nähte die Bauchwunde bis auf eine fingerbreite Oeffnung zu. Den Finger einführend, fand er beim Betasten des Magens, dass derselbe sich bei eintretendem Brechacte kaum contrahirte, während sowohl das Diaphragma als auch die Bauchdecken energische Bewegungen ausführten.

Zur selbigen Zeit vollführte Bayle ähnliche Versuche. Er brachte ebenfalls Hunden Sublimat bei und tastete durch eine kleine am linken Hypochondrion angebrachte Oeffnung den Magen aus, fand aber keinerlei Contraction, wenngleich Erbrechen bestand*). Bei Eröffnung der Bauchhöhle sistirte der Brechact sofort.

Van Swieten bemerkte, dass bei directer Reizung des Magens kein Erbrechen erfolge; und dass hiebei die antiperistaltischen Bewegungen sehr langsame und kaum fühlbare seien. Schwarz erklärte das Erbrechen gleichfalls aus der Wirkung des Diaphragmas und der Bauchwände.

Magendie (1813) experimentirte gleichfalls an Hunden. Er gab einem solchen ein Brechmittel und machte beim ersten Anzeichen des Unwohlseins in der Linea alba des Bauches einen kleinen Einschnitt. Hierauf führte er den Finger in die Bauchhöhle und konnte keine Bewegungen des mit Luft gefüllten Magens, wohl aber den starken Druck des Diaphragmas und der Bauchwand während des Erbrechens wahrnehmen. Er vergrösserte dann die Oeffnung und konnte den 2—3fach vergrösserten Magen, aber keine Muskelbewegung desselben während des Erbrechens constatiren.

Bei einem zweiten Hunde injicirte Magendie 4 Gr. Tartarus emeticus in die Jugularvene. Als Brechneigung eintrat, spaltete er die Bauchdecken und zog den Magen aus der Wunde heraus. Die Brechwürgbewegungen blieben bestehen, doch das Thier erbrach nicht und der Magen war vollkommen ruhig**). Mittelst starkem und anhaltendem, auf beide Oberflächen des Magens ausgeübtem Drucke konnte er dann dessen Inhalt entleeren. Er schloss daraus, dass Erbrechen nicht statt haben könne, wenn die Wirkung des Diaphragmas und der Bauchwände vom Magen hintangehalten wird.

In einem 3. Experimente studirte M. die Function des Zwerchfells, präparirte den N. phrenicus und durchschnitt denselben; hierauf injicirte er in die Vene Brechweinsteinlösung. Das eingetretene Erbrechen war unvollständig und schwach.

Ein 4. Experiment war folgendes: Er präparirte die Bauchwände aus,

---

*) Bei unseren mit Apomorphin und Brechweinstein ausgeführten Brechexperimenten konnten wir in Gemeinschaft mit Prof. Dr. Kétli bei Betastung des Magens uns von dessen Ruhigbleiben während des Brechactes wiederholtermassen überzeugen.

**) Dasselbe Resultat erhielten wir bei Herausnahme des Magens; wenngleich die Brechneigung längere Zeit bestand, trat doch kein Erbrechen ein; bei Reposition des Magens und Vereinigung der Bauchwunde mittelst Klemmen trat dann neuerdings Erbrechen auf.

und beliess nur Linea alba und das Peritoneum. Hierauf injicirte er Brechweinstein in die Vene; das Erbrechen erfolgte lediglich auf Grund der Wirkung des Diaphragmas. Wir sahen es früher auf Wirkung der Bauchwände in kleinerem Massstabe eintreten.

Im 5. Falle durchschnitt er den Phrenicus und entfernte die Bauchwände. Auf Injection von Brechmitteln trat Brechneigung ein; das Erbrechen selbst blieb aus.

Beim 6. Experiment exstirpirte er den Magen, und injicirte Brechweinstein in die Vene. Brechneigung trat in Gestalt von Würgen ein.

Im 7. Versuche schnitt er den Magen aus und verband hierauf mittelst eines Schlauches mit dem untern Ende des Oesophagus eine mit lauem Wasser gefüllte Blase. Auf Injection von Brechweinstein in die Vene trat Unwohlsein und dann Erbrechen ein.

Daraus durfte sich wohl der grosse Experimentator zu dem Schlusse berechtigt halten, dass dem Magen während des Brechactes eine mehr passive Rolle zukomme, und das Erbrechen vielmehr eine Folge der Doppelwirkung von Diaphragma und Bauchwände auf den Magen sei.

Auffällig ist, dass gewisse Thiere und Menschen sehr leicht, während andere, z. B. das Pferd und das Rind, in der Regel gar nicht zu erbrechen vermögen. — Gehen wir diesen Differenzen beim Pferde nach, so finden wir sie in anatomischen Verhältnissen begründet.

Aeltere Physiologen suchten den Grund der Unfähigkeit des Erbrechens in verschiedenen Ursachen. Flourens hat jedoch mit der Darlegung dessen, dass er den Grund in dem Schliessmuskel der Cardia (Sphincter cardiae) suchte — welcher gewöhnlich fest geschlossen ist — das Richtige getroffen. Nach Ellenberger könnte und zwar mit Recht ein weiterer Grund darin zu suchen sein, dass der Magen des Pferdes nicht bis an die Bauchwände reicht. Wir können mit Colin noch hinzufügen, dass das Pferd für Brechmittel überhaupt wenig empfänglich ist.

Das Rind erbricht in der Regel nicht, ausnahmsweise kommt diess aber vor. Eine Erklärung für diese Erscheinung lässt sich auf anatomischer Grundlage nicht angeben. Selbst grössere Gaben von Brechmitteln bringen beim gesunden Rinde und dem Schafe (nach Angabe grösster Autoritäten) kein Erbrechen hervor*). Brechneigung und die Zeichen von Unwohlsein treten jedoch bei diesen Thieren auch ein. Flourens sah in einzelnen Fällen beim Rinde Erbrechen und überzeugte sich, dass dieses aus dem Vormagen stammte. Girard sah bei an Meteorismus kranken Thieren Erbrechen; das Thier übergab dann viel Gras**). Lecocq

*) Einer Mittheilung meines Collegen Prof. Dr. Azary zufolge ist mir bekannt, dass Prof. Dickerhof auf grössere Dosen Brechweinstein Erbrechen beim Rinde eintreten sah.

**) Diess kann nach den Angaben von Tormay und Azary nur die Folge von Magenzerreissung sein und gehört somit gar nicht zum Erbrechen. Einer mündlichen Mittheilung meines Collegen Prof. Dr. Azary entnehme ich ferner, dass auf subcutane Injectionen von Apomorphin aus therapeu-

und Bayent sahen Kühe erbrechen; Yvart an Meteorismus leidende Schafe dasselbe thun. Director Tormay erfuhr das Gleiche bei Schafen, die mit Nieswurzel gemengtes Heu frassen. Nach Einigen soll die Unfähigkeit zum Erbrechen bei den Wiederkäuern auf individuellem Mangel der Anlage beruhen.

Ueber die Verbreitung der Möglichkeit des Erbrechens bei Thieren fügen wir Mellinger's interessante Daten bei.

1. Die Fische, Amphibien und Reptilien erbrechen lediglich durch Magenaction (Frösche zumeist im Juni und Juli, weniger im October und November, gar nicht im Januar und Februar).

2. Die Vögel erbrechen lediglich den Inhalt des Kropfes.

3. Unter den Säugethieren erbrechen a) die unpaarig hufigen (Solidungula) nicht; b) die paarig hufigen erbrechen und zwar mit grosser Anstrengung; c) die Wiederkäuer (Ruminantia) und Nager (Rosores) erbrechen nicht; d) die Käferfresser (Insectivora) und Raubthiere (Carnivora) erbrechen; e) die Chiroptera erbrechen nicht.

Die Därme zeigen gleichfalls peristaltische Bewegung; während ihrer Contraction entstehen an ihnen wurmförmige Ringe, welche verschwinden und worauf neue gebildet werden u. s. f.

Motorische Nerven des Verdauungskanales.

Die Bewegungen des Magens und der Därme werden von den zu denselben hinziehenden Nerven und zwar dem N. vagus und dem N. sympathicus regulirt, in der Weise, dass dieselben zugleich die zwischen den Muskelschichten eingelagerten Ganglien und Netze (Plexus myentericus Auerbachii) beeinflussen.

Auffällig ist es, dass, obzwar der N. vagus der die Herzbewegungen hemmende, während der N. sympathicus im Gegensatze der die Herzthätigkeit beschleunigende Nerv ist (s. Physiologie der Blutcirculation), die Wirkung dieser Nerven auf den Magen und die Därme eine eben entgegengesetzte ist. Für den Magen ist es constatirt, dass der Vagus auf seine Bewegungen reizend wirkt, hingegen ist die Wirkung des Sympathicus bisher nicht bestimmt erkannt; da jedoch sowohl der Magen als die Därme von ein und denselben Nerven versorgt werden, für letztere aber der Vagus (wie durch Experimente bewiesen) gleichfalls reizend, der Sympathicus in den meisten Fällen jedoch hemmend wirkt, so ist mit grösster Wahrscheinlichkeit anzunehmen,

---

tischen Zwecken, z. B. zur Beförderung der Verdauung bei Dispepsia chronica atonica, der Vormagen der Rinder energischere Bewegungen vollführt und sogar Würgbewegungen eintreten.

dass **der Sympathicus auf den Magen dieselbe Wirkung ausübt, als auf die Därme.**

Die im Verein mit Prof. Kétli unternommenen rechtsseitigen Vagusreizungen an Hunden (mittelst mittleren Bunsen'schen Elementen und dem Dubois-Reymond'schen grossen Schlittenapparate, die secundäre Spirale auf 8 Cm. von der primären entfernt) riefen am Magen energische peri- und antiperistaltische Bewegungen hervor, während welcher der Magen sich auf Klein-Faustgrösse zusammenzog und einzelne Abschnürungen zeigte. Mit Sistirung der Reize trat langsame Vergrösserung des Magens ein. Nach einer Pause von 2 Minuten riefen neue Vagusreizungen schon bei 9 Cm. Spiralen-Entfernung energische anti- und peristaltische Bewegungen hervor. Bei Anschieben auf 8 Cm. zog sich der Magen auf Wallnussgrösse mit Einschnürungen versehen zusammen. Mit dem Aufhören der Reizung kam abermals langsame Vergrösserung des Magens zu Stande.

Nach ¼ Stunde wurde hierauf der linke Vagus gereizt und ergab bei Einstellung der secundären Spirale auf 11 Cm. plötzlich energische peristaltische Bewegungen, welchen baldigst kleine antiperistaltische folgten; dann contrahirte sich der Magen im Ganzen und wechselten peri- und antiperistaltische Bewegungen energisch miteinander ab. Nach 40 Minuten wurde der Reiz sistirt und der Magen erweiterte sich wieder; die Kreisbewegungen dauerten jedoch fort (Nachwirkung) und waren die peri- und antiperistaltischen Bewegungen hiebei energischer als bei rechtsseitiger Reizung*).

Nach 2 Minuten 8 Secunden dauernder energischer Contraction hörten die Magenbewegungen gänzlich auf.

Bei beiderseitiger Vagusreizung traten die peri- und antiperistaltischen Bewegungen plötzlich ein und der Magen verkleinerte sich. Die peri- und antiperistaltischen Bewegungen wechseln rasch miteinander ab und bleiben constant. Der Magen schnürt sich an der Pylorusgegend stark ein, doch bleibt auch der übrige Theil längere Zeit in contrahirtem Zustande. Mit Sistiren des Reizes tritt plötzlich energische antiperistaltische Bewegung auf, und in kurzer Frist darauf die peristaltische, während welcher sich der Magen erweitert**). Nachträglich tritt nochmals antiperistaltische Bewegung ein, die sich aber nur bis zur Mitte des Magens erstreckt, hierauf noch eine den ganzen Magen durchlaufende peristaltische, worauf Ruhe folgt.

Bei nochmaliger beiderseitiger Reizung der Vagi und einer Spiralen-Entfernung von 11 Cm. kommen starke tonische Contractionen zu Tage, so dass der Magen mitten abgeschnürt, gleichsam in zwei Theile abgesondert, erscheint. Der Magen ist dabei beträchtlich verkleinert; doch muss nun der Versuch wegen Dyspnoë des lebensgefährdeten Thieres unterbrochen werden. Nach einer kürzern Pause treten bei abermalig beiderseitiger Vagus-Reizung (28 Cm. Spiralen-Entfernung) rasche Contraction des Magens, aber auch hochgradige Athemnoth auf. Bei Annäherung der Spirale auf 4 Cm. schrumpft der Magen bis auf die Hälfte zusammen, die Athmung sistirt im Inspirationsstadium; doch gelang es nach Reizung des Zwerchfellmuskels und -Nerven das Thier am Leben zu erhalten. Erneuerte Versuche ergaben ganz ähnliche Resultate.

---

*) Es ist bekannt, dass der linke Vagus beim Menschen und bei Thieren sowohl auf mechanische, als elektrische Reize empfänglicher ist als der rechte.

**) Das in den Magen eingebundene Manometer zeigte keine Schwankungen, zum Zeichen, dass bei Contraction des Magens die darin enthaltene Luft durch die Cardia oder den Pylorus freien Abzug hatte; beim zweiten Versuche wurde der Pylorus abgebunden, und nun traten am Manometer kleine Schwankungen während der Magenbewegungen auf.

Nach Durchschneidung des rechten Vagus und Reizung des peripheren Stumpfes traten (bei 8 Cm. Spiralen-Entfernung) am Magen mittelstarke, bei Reizung des centralen Endes nur schwache peristaltische Bewegungen auf.

Durchschneidung des linken Vagus brachte eine grosse Ausdehnung des Magens*) zu Wege und traten kleine antiperistaltische Bewegungen ein. Wurden nun durch einen gewöhlichen Trichter 3 Deciliter Wasser durch den Mund in den Magen gegossen, so erschienen nach kurzer Frist energische sowohl anti- als peristaltische Bewegungen; zum Beweise dessen, dass der Magen auch selbständige motorische Nervencentren besitzt.

Hartung und nach ihm Ellenberger beobachteten die vier Magen der Wiederkäuer sowohl sich selbst überlassen, als der Luft ausgesetzt und schliesslich unter Wirkung des Inductionsstromes. Dabei stellte sich heraus, dass die Contraction am ersten Magen auf elektrische Reizung energischer und ausgiebiger erfolge als am Netz- und Labmagen; alle reagiren jedoch auf diese mit Ausnahme des Buchmagens, der gar nicht oder kaum reagirt. Ellenberger reizte ferner den Halsvagus und Sympathicus an Schafen und bekam auf Vagusreizung (ebenso Hartung) energische Magencontractionen; der dritte Magen blieb von der Reizung unberührt oder konnte eine solche zum Mindesten nicht nachgewiesen werden. Reizung des Sympathicus ergab negative Resultate; es reagirte dabei kein Theil des Magens mit Contractionen. Aus Ellenberger's interessanten Untersuchungen scheint nun hervorzugehen, dass die einzelnen Magenabschnitte der Wiederkäuer selbständige motorische Centren besitzen, weil sie die Contractionsfähigkeit auch nach beiderseitig durchschnittenen Vagis zeigen; ferner dass der dritte Magen sowohl in den Wandungen als in den Blättern selbständige motorische Nervencentren besitzt. Ellenberger fand bei einseitiger Durchschneidung des Vagus, dass die Ernährung hiebei nicht alterirt wurde; doch waren die Magenabschnitte an der correspondirenden Seite schwächer entwickelt und wurden die Wandungen derselben (beim Schafe bei rechtsseitiger Durchtrennung des Vagus der dritte und vierte Magen; beim zweiten Thiere mit linksseitiger Durchschneidung wieder umgekehrt) atrophisch. Johne und Schumann bestätigen diese Befunde von Ellenberger. Nach beiderseitiger Vagusdurchtrennung tritt nach 12—76 Stunden (oft nach 10 bis 16 Tagen) der Tod durch Lungenödem infolge der in die Luftwege gelangten Speisetheilchen ein; grössere Veränderungen — ausgenommen Gasansammlung — kommen nicht vor.

Der Sympathicus verlangsamt die Darmbewegungen, während solche durch den Vagus beschleunigt werden, derartig, dass wenn der Vagus mittelst starkem elektrischen Strome ge-

*) Auf Durchschneidung der motorischen Nerven des Magens sistirt wahrscheinlich der normale Tonus desselben; die Erweiterung wäre in diesem Falle auf solche Art erklärlich.

reizt wurde, an den Därmen heftige peristaltische Bewegungen zu Stande kommen.

Auf den Magen applicirte, locale elektrische Reize bringen Zusammenziehungen desselben hervor. Erwärmen des leeren ausgeschnittenen Magens auf 55° C. bedingt gleichfalls Contraction desselben (Calliburcés). Verletzung der Pedunculi cerebri, Thalami optici, der Medulla obl. und der Halsrückenmarktheile von Thieren verursacht nach Schiff an einzelnen Magenparthien Lähmung mit nachfolgender Blutstauung.

Wird der Bauch des Thieres aufgeschnitten, so vollführen die Därme unter dem Einflusse der Aussenluft peristaltische Bewegungen. Diese constant eintretende Bewegung des Magens und der Därme ist schon desshalb wichtig, weil dadurch die in den Magen gebrachte Nahrung mit Magensaft — oder der in den Darm gelangte Magenbrei mit den Darm- oder den sich in denselben entleerenden Säften gemengt wird.

Dass in einzelnen Fällen auch antiperistaltische Bewegungen vorkommen, beweist das Kotherbrechen des Menschen bei Impermeabilität der Därme; aber auch das Eindringen von Flüssigkeiten in den Dünndarm durch Mastdarmklistiere.

Wenn fremde Körper in den Magen und in die Därme gelangen, so tritt hier infolge des Reizes eine Ausdehnung der Gefässe ein, sie werden blutreicher (physiologische Hyperämie). Dies ist schon aus dem Grunde nothwendig, damit der Magen behufs Secernirung des Verdauungssaftes mit mehr Blutserum versehen und durch Beschleunigung der Darmbewegungen die Verdauung und Resorption erleichtert wird. Der Einfluss der Hyperämie auf die Darmbewegungen ist durch die Erfahrung und aus Experimenten klargestellt.

Sowohl arterielle — als durch Compression der Aorta erzeugte — venöse Hyperämie (Schiff) bedingt gleichmässig energische Darmcontractionen. Es ist ferner constatirt, dass mechanische und elektrische Reize, ebenso auch Sauerstoff die Darmbewegung verstärken; Kohlensäure und rascher Temperaturwechsel dieselbe vermindern. Der Magen und Dünndarm verfügt über energischere Bewegungen als der Dickdarm. Im Dünndarme steht nach der Nahrungszufuhr 4—6 Stunden lang die Resorption auf der Höhe und somit auch die Darmbewegung.

Auf die zwischen der Darmmuskulatur befindlichen Nervenplexus scheint nicht so sehr der Mangel an Sauerstoff, als die Ansammlung von Kohlensäure reizend zu wirken. Auf die energischen Darmbewegungen, welche auf der durch Compression der Aorta erzeugten venösen Hyperämie beruhen, wirkt die Aufstapelung der Kohlensäure ebenfalls als Factor ein.

Ausscheidung der Darmkothmassen (Excretio faecum).

Zur Kenntniss der Mechanik der Kothentleerung können wir nach Beobachtungen an Menschen folgendes anführen: Der Inhalt der Dünndarme verweilt etwa 3—6 Stunden in diesen, dann durch 12—16 Stunden im Dickdarme. Im letztern wird der Inhalt eingedickt und in dessen unteren Parthien zu Kothknollen (Skybalon) zusammengeballt. Diese steigen nun langsam zu den Mastdarmschliessmuskeln herab. Der eine dieser Schliessmuskeln, der innere, ist aus glatten Muskelfasern zusammengesetzt, also ein unwillkürlicher; der äussere jedoch aus quergestreiften Muskeln gebildet, hängt somit bis zu einem gewissen Grade vom Willen ab.

So lange sich die Kothsäule oberhalb des Mastdarmes befindet, übt sie keinen Reiz aus; dieser tritt erst mit dem Herablangen in den Mastdarm ein (Stuhldrang). Hierauf werden die Schliessmuskeln auf reflectorischem Wege gereizt, der innere Sphincter öffnet sich und die Kothsäule passirt diesen und hernach den hierauf durch den Willen geöffneten äussern Sphincter. Nach an Thieren vorgenommenen Untersuchungen ist dieses Reflexcentrum (Centrum anospinale Budge's) im Lendenrückenmarke zu suchen, und zwar beim Kaninchen zwischen dem 6. und 7., beim Hunde in der Gegend des 5. Lendenwirbels (Masius). An Thieren, bei welchen man ober den erwähnten 2 Centren das Rückenmark durchschnitten, contrahirt sich bei Berührung die Afteröffnung energisch, doch erschlafft sie darauf gleich, um dann die längste Zeit hindurch klaffend zu bleiben.

Landois fand an Hunden, denen er sämmtliche untere Lenden- und Kreuzbeinrückenmarkswurzeln durchtrennte, die Afteröffnung klaffend; die Fäces hingen oft aus dem Mastdarme längere Zeit heraus.

Der äussere Schliessmuskel — obschon vom Willen abhängig, somit vom Gehirne beeinflusst — kann starken peristaltischen Bewegungen keinen Widerstand leisten. Bei Reizung des Hirnschenkels und des Rückenmarkes contrahirt er sich energisch.

Je träger die Darmbewegungen, um so seltener, je rascher dieselben, um so öfter erfolgt Stuhlgang.

Auf gewisse Substanzen wird die Darmbewegung bekanntlich energischer und es erfolgt Entleerung; bei Darreichung anderer wird sie verlangsamt (Verstopfung).

Das Verbleiben der Nahrungsmittel im Verdauungskanale steht mit der Länge des Darmtractes im Verhältniss, worauf Tappeiner aufmerksam gemacht; bei Thieren mit langem

Darme daher länger als bei solchen mit kurzem Darmrohre. So ist z. B. der Darm des Rindes etwa 20mal länger als sein Körper, der des Pferdes etwa 12mal, des Hundes 5mal, der Gans 3·5mal; dem entsprechend verbleibt die Nahrungsmenge beim Rinde 2—3 Tage (oft auch länger), beim Pferde 1—2, beim Schwein 1·5 Tage, beim Hunde 12—15 Stunden (nach Einigen etwas länger), bei der Gans blos 4—5 Stunden im Darmkanale.

Anatomische und histologische Structur des Verdauungstractes.

Der Verdauungskanal höherer mit einem Magen versehener Thiere gleicht demjenigen des Menschen. Der Verdauungstrakt beginnt mit der Mund- und endigt mit der Afteröffnung. Diese zwei Oeffnungen sind bei den höhern Thieren an den beiden Extremen des Körpers angebracht; bei einzelnen niedrig organisirten Thieren finden sich dieselben entweder nebeneinander oder es ist sowohl zur Aufnahme als Entleerung nur eine gemeinschaftliche Oeffnung vorhanden. (Cölenteraten, einige Würmer und Echinodermen.)

Die Anatomen früherer Zeit unterschieden am Verdauungskanale einen Aufnahms-, Verdauungs-, Resorptions- und Excretionstractus. Zum Aufnahmstracte zählte man die Mundhöhle, den Rachen- und die Speiseröhre; zum Verdauungstracte den Magen, zum Aufsauge- (Resorptions-)tracte die Dünndärme; zum Excretions-(Ausscheide-)tracte den Dickdarm. Diese Eintheilung ist schon aus dem Grunde unrichtig, weil die Mundhöhle die Nahrungsstoffe nicht allein aufnimmt, sondern auch theilweise verdaut; der Dünndarm hingegen nicht nur einen Resorptionsapparat sondern einen integrirenden Theil des Verdauungsapparates darstellt.

Bezüglich der Grösse ist der Verdauungskanal um so stärker und länger, je mehr gemischte oder pflanzliche Nahrungsstoffe das betreffende Thier zu sich nimmt, und um so kürzer, je mehr es zu den Raub- oder fleischfressenden Thieren gezählt wird. Die Richtigkeit dieser Behauptung lässt sich aus der nachfolgenden, nach den Messungen Colin's zusammengestellten Tabelle am treffendsten beweisen.

Länge und Verhältniss der einzelnen Theile des Verdauungskanales zur Körperlänge.

Thier	Darm	Verhältniss	Mittelwerth in Metern	Minimum in Metern	Maximum in Metern	Verhältniss zwischen Darm- und Körperlänge
Pferd	Dünndarm . . .	0·75	22·44	16·60	31·60	1 : 12
	Blinddarm . . .	0·04	1·00	0·81	1·28	
	Dickdarm, aufst. Th.	0·11	3·39	2·91	4·00	
	„ abst. „	0·10	3·08	2·35	3·44	
	Gesammtlänge . .	1·00	29·91	22·07	40·22	
Esel	Dünndarm . . .	0·67	12·00			1 : 11
	Blinddarm . . .	0·06	1·02			
	Dickdarm, aufst. Th.	0·17	3·00			
	„ abst. „	0·10	1·85			
	Gesammtlänge . .	1·00	17·87			

Thier	Darm	Verhältniss	Mittelwerth in Metern	Minimum in Metern	Maximum in Metern	Verhältniss zwischen Darm- und Körperlänge
Maulesel	Dünndarm . . .	0·70	18·56			1 : 11
	Blinddarm . . .	0·05	1·21			
	Dickdarm, aufst. Th.	0·13	3·50			
	„ abst. „	0·12	3·23			
	Gesammtlänge . .	1·00	26·50			
Rind	Dünndarm . . .	0·81	46·00	41·00	51·00	1 : 20
	Blinddarm . . .	0·02	0·88	0·78	1·00	
	Dickdarm	0·17	10·18	9·25	11·00	
	Gesammtlänge . .	1·00	57·06	51·03	63·00	
Dromedar	Dünndarm . . .	0·63	31·20			1 : 15
	Blinddarm . . .	0·01	0·40			
	Dickdarm	0·36	17·72			
	Gesammtlänge . .	1·00	49·32			
Schaf und Ziege	Dünndarm . . .	0·80	26·20	15·32	33·00	1 : 27
	Blinddarm . . .	0·01	0·36	0·21	0·45	
	Dickdarm	0·19	6·17	4·10	8·49	
	Gesammtlänge . .	1·00	32·73	19·63	41·94	
Schwein	Dünndarm . . .	0·78	18·29	14·79	20·14	1 : 14
	Blinddarm . . .	0·01	0·23	0·20	0·25	
	Dickdarm	0·21	4·99	4·32	5·55	
	Gesammtlänge . .	1·00	23·51	19.31	25·94	
Hund	Dünndarm . . .	0·85	4·14	2·00	6·10	1 : 6
	Blinddarm . . .	0·02	0·08	0·03	0·16	
	Dickdarm	0·13	0·60	0·23	1·05	
	Gesammtlänge . .	1·00	4·82	2·26	7·31	
Katze	Dünndarm . . .	0·83	1·72	1·27	1·94	1 : 4
	Dickdarm	0·18	0·35	0·30	0·40	
	Gesammtlänge . .	1·00	2·07	1·57	2·34	
Kaninchen	Dünndarm . . .	0·61	3·56	3·30	3·90	1 : 10
	Blinddarm . . .	0·11	0·61	0·50	0·76	
	Dickdarm	0·28	1·65	1·41	1·85	
	Gesammtlänge . .	1·00	5·82	5·21	6·51	

Auf der folgenden Tabelle mögen gleichfalls die Maasse der Untersuchungen Colin's über die Capacitätsverhältnisse des Magens und der Därme bei Hausthieren Platz finden:

Relative und absolute Capacität des Magens und der Därme der Hausthiere.

Thier	Darm	Verhältniss	Mittel in Litern	Minimum in Litern	Maximum in Litern
Pferd	Magen	0·085	17·96	10·00	37·50
	Dünndarm	0·302	63·82	38·30	105·00
	Blinddarm	0·159	33·54	16·20	68·00
	Dickdarm	0·384	81·25	55·00	128·00
	Mastdarm	0·070	14·77	10·00	19·00
	Gesammte Capacität . .	1·000	211·34	129·50	357·50
Esel	Magen	0·097	10·00		
	Dünndarm	0·229	24·00		
	Blinddarm	0·201	21·00		
	Dickdarm	0·397	41·50		
	Mastdarm	0·076	8·00		
	Gesammte Capacität . .	1·000	104·50		
Rind	Magen	0·708	252·50	215·00	290·00
	Dünndarm	0·185	66·00	56·00	76·00
	Blinddarm	0·028	9·90	8·80	11·00
	Dick- und Mastdarm . .	0·079	28·00	26·00	30·00
	Gesammte Capacität . .	1·000	356·40	305.80	407·00
Dromedar	Magen	0·810	245·00		
	Dünndarm	0·131	39·50		
	Blinddarm	0·011	3·40		
	Dickdarm	0·048	14·60		
	Gesammte Capacität . .	1·000	302·50		
Schaf u. Ziege	Vormagen	0·529	23·40		
	Haube	0·645	2·00		
	Psalter	0·020	0·90		
	Labmagen	0·075	3·30		
	Dünndarm	0·204	9·00		
	Blinddarm	0·023	1·00		
	Dick- und Mastdarm . .	0·104	4·60		
	Gesammte Capacität . .	1·000	44·20		
Schwein	Magen	0·292	8·00	7·50	8·50
	Dünndarm	0·335	9·20	8·60	9·80
	Blinddarm	0·056	1·55	1·50	1·60
	Dick- und Mastdarm . .	0·317	8·70	6·10	11·30
	Gesammte Capacität . .	1·000	27·45	23·70	31.20
Katze	Magen	0·695	0·341	0·287	0·378
	Dünndarm	0·146	0·114	0·095	0·127
	Uebrige Därme	0·159	0·124	0·118	0·130
	Gesammte Capacität . .	1·000	0·579	0·500	0.635
Hund	Magen	0·623	4·33	0·65	8·00
	Dünndarm	0·233	1·62	0·25	3·00
	Blinddarm	0·013	0·09	0·01	0·20
	Dick- und Mastdarm . .	0·131	0·91	0·07	2·20
	Gesammte Capacität . .	1·000	6.95	0·98	13·40

Auf nachfolgender Tabelle sind die Maasse der oberflächlichen Ausdehnung des Magens und der Därme im Vergleiche zur Hautoberfläche nach Colin angeführt. Wir ersehen daraus die Grösse der zu Verdauungs- und Resorptionszwecken dienenden Oberfläche bei unseren Hausthieren.

Flächenausdehnung des Magens und der Därme im Vergleiche zur Hautoberfläche.

Thier	Theil des Organes	Theil-oberfläche in □ Metern	Ganze Ober-fläche in □ Metern	Haut-oberfläche in □ Metern	Verhältniss zwischen der Oberfläche des Magens und der Därme	Verhältniss der Magen- und Darmfläche zur Hautoberfläche
Pferd	Magen . . . . . Dünndarm . . . Blinddarm . . . Dickdarm	0·40 4·39 1·50 4·29	14·95.00	5·50.00	1 : 29.87	1 : 2.18
Rind	Vormagen . . . Haube . . . . . Psalter . . . . . Labmagen . . . Dünndarm . . . Blinddarm . . . Dickdarm . . .	2·00 0·43 5·56 1·18 5·60 0·46 2·00	17·23.00	5·80.00	1 : 7.61	1 : 2.97
Schwein	Magen . . . . . Dünndarm . . . Blinddarm . . . Dickdarm	0·19.78 1·66.73 0·11.50 0·83.23	2·81.24		1 : 13.22	
Hund	Magen . . . . . Dünndarm . . . Blinddarm . . . Dickdarm	0·12 0·32.91 0·00.55 0·06.84	0·52.30	0·88.32	1 : 3.36	1 : 0.59
Katze	Magen . . . . . Dünndarm . . . Sämmtl. übr. Därme	0·02.46 0·07.39 0·02.81	0·12.66	0·21.57	1 : 4.15	1 : 0.58

Die Abtheilungen des Verdauungskanales reihen sich folgendermassen aneinander: Mundhöhle, Rachen, Speiseröhre, Magen, die Dünndärme, zu welchen der Zwölffingerdarm (Duodenum), der Leerdarm (intestinum Jejunum), der Krummdarm (intest. Ileum) gehört; die Dickdärme, zu welchen der Blinddarm und der Grimmdarm (Colon) gezählt werden; schliesslich der Mastdarm (Rectum). Beim Menschen und vielen Säugethieren ist der Magen einfach, bei anderen zusammengesetzt.

Einfache Magen finden sich ausser dem Menschen noch beim Pferde, Schweine, Hunde u. A. m.; zusammengesetzte Magen besitzen u. A. die Wiederkäuer.

Am Magen des Pferdes kann man die Anlage zum Doppelmagen an dem starken, genau begrenzten Hervorspringen der Schleimhaut sehen. Bei vielen Nagern (Rosores) wird der Magen durch eine tiefgehende Einschnürung in zwei Theile, Cardia- und Pylorusmagen abgegrenzt, und können aus diesen sich noch mehrere Ausbuchtungen entwickeln. Zusammengesetzte Magen kommen ausser den Wiederkäuern noch bei den Tylopoden und den Walen vor; bei letzteren ist der Pylorusmagen durch kleine Leisten in 3—7 verschieden weite Höhlen getheilt. Die Tylopoden haben einen dreifachen Magen; es fehlt bei ihnen der Omasus (obzwar Colin im Dremedar die letzten zwei Magen als confluirt annimmt).

Das Krokodil und einige Vögel (Falke, Pelikan, Reiher [Ardea]) haben am Pylorus noch eine Höhle (Antrum pylori). Manche Thiere, so die pflanzenfressenden Beutelthiere (Halmaturus) besitzen einen langgestreckten Magen; ebenso einige Affen (Semnopithecus und Colobus), der letztere einen dreitheiligen und mit Ausbuchtungen versehenen. Röhrenförmig, doch einfach ist der Magen der Amphibien und Reptilien; der der Articulaten, besonders der Coleopteren ist oft doppeltgetheilt. Hier geht die Speiseröhre in den membranösen Vormagen, dieser aber in den Chitin- oder Beiss- und Zermalmungsmagen über. Bei den niedrig organisirten Thieren bildet der ganze Verdauungstract langgestreckte und mit Seitenästen versehene Röhren.

Der Magen der Wiederkäuer besteht, wie wir später sehen werden, aus vier Theilen.

Am Verdauungstracte der Vögel geht die Speiseröhre zuvor in den Kropf über, dann aber in den membranösen oder Vormagen, welcher in den Muskelmagen führt, der in die Därme ausläuft.

Histologische Structur der Mundhöhle.

Die Zähne.

Die Zähne finden sich in der Mundhöhle, in den Alveolen der Kiefer eingebettet.

Obgleich an Gestalt äusserst verschieden, sind dieselben in histologischer Beziehung, ob als einfache (Mensch, Affe, Raubthiere u. A. m.), zusammengesetzte — wo jeder Backenzahn aus mehreren, mit Schmelz überzogenen Platten besteht — (Elephant, Rind, Pferd u. s. w.), oder als schmelzfaltige (viele Nagethiere) Zähne, im Wesentlichen übereinstimmend gebaut.

Wir unterscheiden an jedem Zahne drei Hauptbestandtheile, und zwar die Zahnkrone (Corona dentis), welche in die Mundhöhle hineinragt und vom Zahnfleische freigelassen ist; dann den Zahnhals (Collum dentis) vom Zahnfleische bedeckt, und schliesslich die Zahnwurzel (Radix dentis), welche in der Alveole sitzt. Wird aus einem Zahne durch Schleifen oder nach Einlegen in verdünnte Salzsäure (1 : 1000) durch Schneiden eine feine Lamelle hergestellt, so gibt dieselbe unter dem Mikroskope das Bild von drei verschiedenen Schichten. Und zwar deckt die

Krone das sogen. **Email** (**Zahnschmelz**, Substantia adamantinea)*) Fig. 52 (*so*), mit welchem Namen dieselbe nach ihrer Farbe und Consistenz belegt wurde.

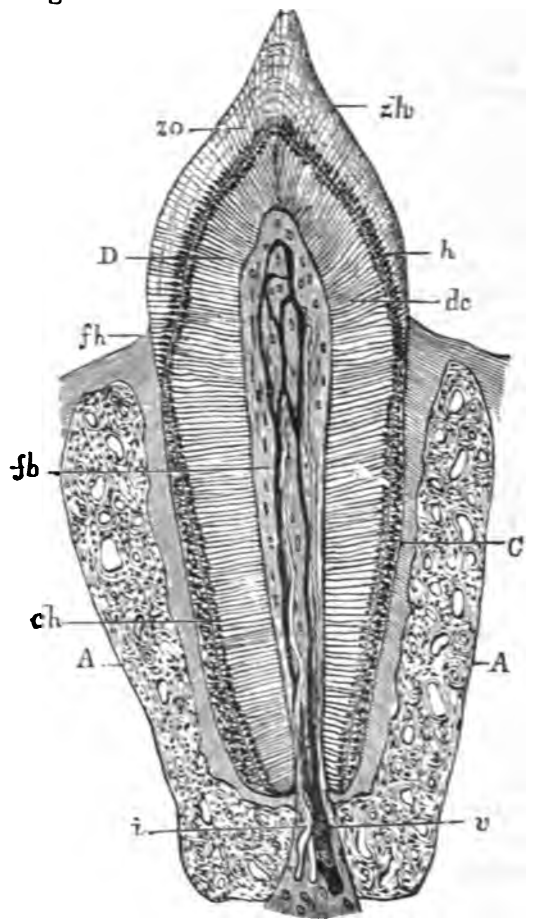


Fig. 52. Prämolarzahn der Katze mit dem Alveolus, schematisch nach Waldeyer; bei 30facher Vergr. *A* = Knochenwände des Alveolus; *so* = Schmelz(Email)prismen; *sh* = Schmelzhäutchen; *h* = Lücken an der Basis der Schmelzprismen; *D* = Dentinsubstanz; *dc* = Dentinröhrchen; *fh* = Zahnfleisch, darunter Zahnwurzelperiost; *C* = Zahncement; *ch* = Cementlücken; *fb* = Zahnkeim; *i* = in die Pulpa eintretender Nerv; *v* = in die Pulpa eintretendes Blutgefäss.

Es ist dies die härteste Substanz im menschlichen und thierischen Organismus und besteht aus aneinander gekitteten **Email-**

*) Das Email fehlt an den Stosszähnen des Elephanten, und findet sich bei den Nagethieren blos an der Vorderfläche der Schneidezähne.

oder Schmelzprismen (*zo*), welche an Längsschnitten ein radiäres Gefüge darstellen. Im Querschnitte zeigen diese Prismen schöne sechseckige Mosaikbilder, woraus erhellt, dass es sechsseitige Prismen sind (Fig. 15).

Den in der Alveole befindlichen Theil des Zahnes, die Zahnwurzel bildet eine zweite weichere, poröse, dem Knochen ähnliche, kalksalzehaltige Substanz: die Cement- oder osteoide Substanz (*C*). Sie ist kein wirklicher Knochen, da die Haversschen Kanäle darin fehlen, enthält jedoch Knochenkörperchen, deren Fortsätze mit den, zwischen der Zahnsubstanz und Cementsubstanz befindlichen sternförmigen Räumen (*ch*) in Verbindung sind. Das Innere des Zahnes bildet eine harte — bezüglich des Härtegrades zwischen den beiden erwähnten stehende — Substanz, die eigentliche Zahnsubstanz, Dentin (*D*), auch Elfenbeinsubstanz (Substantia propria dentis s. elephantina) genannt. Diese Substanz ist mit radiären Kanälen — den sogen. Dentinröhrchen durchsetzt (*dc*), welche sowohl mit den zwischen Email und Dentin (*h*), als auch an der Grenze des Cements und Dentins befindlichen sternförmigen Lücken (*ch*), schliesslich mit dem, in der Mitte des Dentins vorhandenen, Zahnkanale in Zusammenhang stehen.

Das Email wird von aussen von dem sogen. Emailhäutchen (*zh*) bedeckt, welches infolge der zwischen seine histologischen Elemente niedergelegten Kalk- und Fluorverbindungen ebenso hart ist, als das Email selbst.

In dem mitten im Zahne verlaufenden Zahnkanale findet sich noch der Zahnkeim (Pulpa dentis) (*fb*) aus faserigem und schleimigem Bindegewebe, in welchem sich Blutgefässe und Nervenfasern in grosser Menge verästeln, und das zur Ernährung nöthige Blutserum durch die Dentinröhrchen von hier aus zu den Lücken des Cement- und Schmelzgewebes gelangt.

Das Dentin ist empfindlich; es ist bisher unentschieden, ob es auch Nerven enthält, wird aber von Boll auf Grund seiner Untersuchungen angenommen.

Die Zunge.

Bei der Bildung und Herableitung des Bissens, dann als Organ der menschlichen Sprache nimmt die Zunge unter den Organen einen hervorragenden Platz ein, dient neben dieser Function auch als Geschmacksorgan, und ist, da in derselben die Endorgane des Geschmacksnerven untergebracht sind, somit für die Auswahl der Speisen von Wichtigkeit.

Die Geschmacksorgane befinden sich in den auf der Oberfläche der Zunge befindlichen Papillen (s. Histologie der Geschmacksorgane bei dem Abschnitte: Sinnesorgane).

Wir unterscheiden viererlei Gestalten von Zungenpapillen, (Zungenwärzchen), und zwar: 1. die fadenförmigen (Pap. filiformes), welche mehr als tastende, denn als schmeckende Organe fungiren.

Krause, Szabadföldi-Freyfeldt und Thanhoffer sahen den Nerven in den fadenförmigen Papillen des Menschen in birnförmigen und den Tastendorganen ähnlichen Zellenformationen endigen. Thanhoffer (1872 in ungarischer Sprache publicirt) beschrieb ferner an den Papillen des Gaumens von Cavia cobaja (Meerschweinchen) ähnliche Gebilde.

2. Die pilzartigen Zungenwärzchen (Pap. fungiformes), am Zungenrücken und -Rande befindlich. 3. Die umwallten (umwandeten) Papillen (Pap. circumvallatae), letztere in geringster Anzahl an den hinteren Parthien der Zunge angebracht. Die Zunge des Menschen hat 6—12, und mehr, das Rind und Schaf auch 20 solche umwallte Papillen, das Kaninchen, Pferd und Schwein deren nur zwei; andere Thiere solche in wechselnder Anzahl. Ausser diesen unterscheidet man noch eine vierte Form von Zungenwärzchen, und zwar die sogen. blattförmigen Papillen (Pap. foliatae), welche an der Zungenwurzel des Menschen als fünffachfaltige Gebildchen getroffen werden. Ausser den genannten Wärzchen finden sich bei einigen Thieren zu beiden Seiten der Zunge — die menschlichen blattförmigen Papillen ersetzend — zwei 5—6 Mm. lange und 2—3 Mm. breite, ovale Hervorragungen. An diesen laufen der Länge nach Leisten (Geschmacksleistchen), in welchen die Geschmacksnerven endigen. Die Geschmacksorgane finden sich überdiess in den umwallten und pilzförmigen (Lowen, Schwalbe, Engelmann), nicht minder in den blattförmigen Papillen (Krause, Ajtai).

Die fadenförmigen Papillen sind beim Menschen über den ganzen Zungenrücken und die Ränder verbreitet. Bei der Katze sind sie in der Mitte des Zungenrückens am schönsten ausgebildet und laufen in nach rückwärts gebogene verhornte Spitzen aus.

Dieselben werden von der Mittellinie zu den Rändern hin immer kleiner, so dass sie an letzteren mit freiem Auge kaum sichtbar sind; man sieht dann blos die pilzförmigen, die am Zungenrücken mit den fadenförmigen gemengt vorkommen. Die fadenförmigen sind nur an der vordern Spitze der obern Fläche der Zunge ganz ausgebildet und dicht, breiten sich übrigens auch auf den untern Rand aus. Nach hinten zu wird ihre Anzahl und Grösse geringer und gehen sie am Zungengrunde in vereinzelt stehende, kurze, breite, mehr kolbenartige Fortsätze über.

Beim Kaninchen fehlen an den abgebeugten Rändern der Zunge die fadenförmigen Papillen; umwallte Papillen sind blos zwei, auch diese verkümmert vorhanden. Den Nachweis der blattförmigen Papillen bei Säugethieren verdanken wir den Untersuchungen von Weber und Mayer, wohin

auch die beim Hasen und Schweine vorkommenden leistenförmigen Geschmackswärzchen zu rechnen sind.

Die Hauptmasse der Zunge unter der Schleimhaut besteht aus quergestreiften Muskelfasern, welche dünn, feingestreift sich an ihren Enden in 2—3, sogar 4 feine Aeste gespalten, die vereinzelt in der Schleimhaut ausstrahlen. Die Muskulatur verläuft in mehreren (Längs- und Quer-) Schichten und bildet dichte Netze. Die Theilung der Muskelfasern in der Zunge ist ausser beim Frosche auch für den Triton, das Kalb, die Fledermaus, Ziege, Katze, das Schaf, und den Menschen constatirt.

Am N. glossopharyngeus und am Ramulus lingualis finden sich (nach Remak) mikroskopische Ganglien.

Histologische Structur der Schleim- und Speicheldrüsen.

Die Schleimdrüsen (Glandulae mucosae) sondern den Schleim (Mucus), die Speicheldrüsen (Glandulae salivales) den Speichel (Saliva) ab.

Die Schleimdrüsen sind bisher zu den traubenförmigen (acinösen) Drüsen eingeordnet worden, doch haben die Untersuchungen von Puky ergeben, dass deren Bau kein rein acinöser, sondern ein mehr tubuloacinöser sei. Durchschnitte ergaben nicht die bekannten Kreisformen der Drüsenläppchen (Follikeln), hingegen kann man sich an isolirten Präparaten von deren tubuloacinösem Baue überzeugen.

Die Schleimdrüsen sind in der Mundschleimhaut zerstreut angeordnet; ausserdem kommen sie zu grösseren Gruppen vereinigt an der Zunge (als Zungenschleimdrüsen, Gl. linguales), an den Backen (als Backenschleimdrüsen, Gl. buccales) und an den Lippen (als Lippenschleimdrüsen, Gl. labiales) vor. Sie endigen durch ihre Ausführungsgänge frei in die Mundhöhle*).

Die Drüsen sind von aussen mit einer homogenen, glashellen, structurlosen Membran bekleidet, an welcher man nur hie und da einen Kern wahrnimmt. Nach innen sind sowohl die Drüsen- als ihre Ausführungsgänge mit Cylinderzellen erfüllt.

Die Speicheldrüsen sind ihrer Form nach mit riesigen Schleimdrüsen vergleichbar. Der Mensch und die Säugethiere besitzen drei Speicheldrüsen, und zwar die Ohrspeichel- (Gl. parotis), die Unterkiefer- (Gl. submaxillaris) und die Unterzungen- (Gl. sublingualis) Speicheldrüse, deren Ausführungsgänge bei verschiedenen Thieren an verschiedenen Stellen ausmünden; und zwar erschliesst sich der Ausführungsgang der Parotis als sogen. Stenon'scher Gang (ductus Stenonii) gewöhnlich in der Nähe des ersten Backenzahnes, während der Ausführungsgang der Unterkieferspeicheldrüse (Warthon'scher Gang, ductus War-

*) Mezey isolirte (schon 1872) die Brunner'schen Drüsen des Dünndarmes mit Kalilauge, und konnte ich mir wiederholt Ueberzeugung davon verschaffen, dass sowohl die Schleim- als auch die Brunner'schen Drüsen tubuloacinösen Charakter besitzen, was später von Schlemmer nachgewiesen wurde.

thonianus) und der der Unterzungenspeicheldrüse (Bartholinischer Gang, ductus Bartholinianus) miteinander zu gemeinsamem Ausgange vereint unter der Zunge hinter den Schneidezähnen ihr Secret zu Tage fördern.

Nach Ellenberger ist unter den Speicheldrüsen des Pferdes die Parotis um Vieles grösser als die Submaxillaris; das Pferd besitzt ausserdem obere und untere Backendrüsen (Gl. buccales) und auch grosse Drüsenpakete an dem Gaumensegel und den Lippen.

Sämmtlich von acinöser Structur, besitzen sie eine hyaline Membrana propria, und sind ihre Zellen mit wenig Ausnahmen den Speicheldrüsenzellen anderer Thiere gleich. Die Ausführungsgänge derselben sind nach Mülbach nicht mit einfachem, sondern geschichtetem Epithel ausgekleidet, dessen innerste Lage eine cylindrische ist, deren Zellen sich zum Rande hin zu kugeliger Form umwandeln. Nach demselben Autor enthält der Stenon- und Warthon'sche Gang beim Pferde glatte Muskelfasern.

Nach Ellenberger und Hofmeister ist die Parotis des Pferdes (wie diess Heidenhain für den Menschen und andere Thiere constatirte) eine echte Eiweissdrüse, die Sublingualis hinwieder eine echte Schleimdrüse (enthält übrigens Zuckerferment). Die Submaxillaris besitzt gemischten Charakter. Die Gaumen-, Backen- und Lippendrüsen bilden Uebergänge zwischen den beiden erwähnten; doch nähern sich die Backendrüsen mehr den Eiweiss-, die Lippendrüsen mehr den Schleimdrüsen. Der Schleim der Parotis enthält nach obgenannten Forschern kein Mucin, welches bei den übrigen, am reichlichsten in der Sublingualis, am geringsten in den Backendrüsen, die ihrer Eigenschaft nach der Parotis gleich stehen, vorkommt.

An den Speicheldrüsen (Fig. 53) ist die structurlose Membran des Ausführungsganges (*ki*) nach innen mit Cylinderzellen bekleidet (*f*); und wird von aussen durch Bindegewebsfasern, bei grösseren Ductus auch durch glatte Muskelfasern umgeben. Der Ausführungsgang theilt sich in Aeste zweiter und dritter Ordnung, welche dann in Drüsenbläschen (Acini) endigen; er ist sowohl in Schleim- als Speicheldrüsen von gleicher Structur; die Unterschiede zwischen denselben machen sich erst an der Structur der Drüsenbläschen geltend. In den Acinis der Speicheldrüsen kommen zweierlei Zellen vor, und zwar 1. die eigentlichen oder Speichelzellen, welche grösser, lichter, entweder durch Bersten oder Loslösen den Speichel ergeben, und 2. die C- oder halbmondförmigen (nach ihrem Entdecker auch Gianuzzi'schen) Zellen, über deren Charakter man noch im Unklaren ist. Einige halten dafür, dass aus diesen der Ersatz für die geplatzten Speichelzellen werde, Andere nehmen sie für veraltete, nicht weiter functionirende Zellen.

Die Acini werden durch Bindegewebe aneinander gehalten, in welchem sowohl Blutgefässe, als auch die Aeste der Hirnnerven und des Sympathicus verlaufen; Ganglien kommen darin ebenfalls vor, aus denen mit den Speichelzellen zusammenhängende Nervenfasern entspringen (Pflüger, Kölliker u. A.)

Fig. 54, *A* stellt die Speicheldrüsenzellen vom Rinde, mit Ueberosmiumsäure behandelt, nach Pflüger dar. Die zwei-

theilige markhaltige Nervenfaser (Hirnnerv) erscheint mit den Drüsenzellen in Verbindung. In derselben Figur bei *B* ist das Verhältniss der Sympathicusendigung dargestellt (gleichfalls nach Pflüger). Nach diesem Autor würde der Ast des Sympathicus, ehe er sich in den Drüsenzellen verliert, erst noch zu einer granulirten, sternförmigen Ganglienzelle (*is*) umgewandelt und die daraus entspringende Nervenfaser mit der Drüsenzelle im Zusammenhange stehen.

Andere Forscher stimmen dieser Endigungsweise des Nerven in den Speicheldrüsen nicht bei, sondern vertreten die Ansicht, dass die zwischen den Drüsenacinis verlaufenden Nerven blos die Gefässe mit vasomotorischen Aesten versorgen.

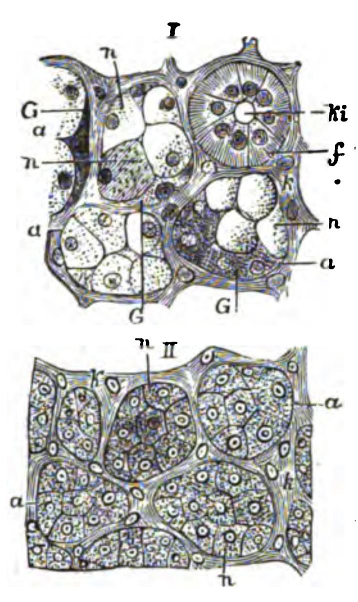


Fig. 53. Schnitte aus der Submaxillaris des Hundes; I = ruhende Drüse; II = gereizte Drüse (beide halbchematisch); *a* = Acinus; *f* = Epithelzellen; *k* = Bindegewebe; *ki* = Ausführungsgang: *n* = Speicheldrüsenzellen; *G* = Gianuzzi'sche Zellen.

Die Speicheldrüsen sind bei Phytophagen grösser als bei den Carnivoren; bei den Omnivoren sind sie mittlerer Grösse. Die Wale haben keine Speicheldrüsen, die Schwimmfüssler (Pinnipedien) sehr kleine; die Echidnen und die Vögel besitzen keine Parotis. Bei manchen Fleischfressern, so z. B. dem Hunde, findet sich in der

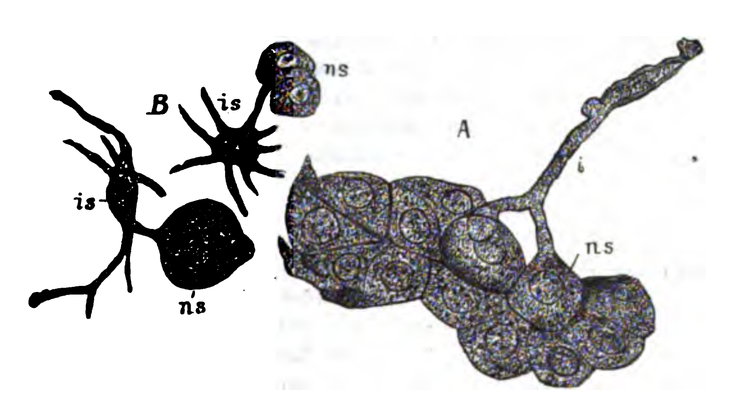


Fig. 54. Nervenendigung in den Speicheldrüsen nach Pflüger. *A* = Endigung des Hirnnerven in der Drüsenzelle; *ns* = Speicheldrüsenzelle; *i* = Nervenfaser; *B* = Endigung der Sympathicusfaser in den Drüsenzellen; *ns* = Speicheldrüsenzelle; *is* = angebliche Ganglienzelle.

Augenhöhle noch die sogen. Glandula zygomatica; die giftigen Schlangen besitzen statt der Parotis eine Giftdrüse. Bei den Schildkröten findet sich blos eine Sublingualis, bei den geschuppten Amphibien an den Mundrändern Lippendrüsen; zerstreute Munddrüsen weisen ferner die nackten Amphibien und die Fische auf. Die Schleimdrüsen der Käfer sind theils einzellige (die Laus hat zwei Paare [Landois]), theils zusammengesetzte; zumeist verfügen sie über mehrere Paare von Drüsen. Die unteren Speicheldrüsen der Ameisen und Bienen secerniren einen eigenen Klebestoff; die Spinndrüsen der Raupen und Spinnen sind keine echten Schleimdrüsen. Unter den Würmern hat der Blutegel einzellige Speicheldrüsen. Das Vorkommen von Speicheldrüsen bei den Schnecken ist bekannt.

Einfluss des Nervensystems auf die Speichelabsonderung.

Der Einfluss der Nerven auf die Absonderung des Speichels ist durch viele Untersuchungen erhärtet. Werden z. B. beim Hunde der N. sympathicus und die Chorda tympani (letztere versorgt die Submaxillardrüse mit Hirnnerven) auspräparirt, und dann z. B. die Chorda tympani gereizt, so sondert die Submaxillardrüse viel und dünnen Speichel ab, in welchem sowohl weniger feste Bestandtheile als auch Formelemente (Schleimkörperchen und abgetrennte Drüsenzellen) vorkommen; wird hingegen der Sympathicus in Reizzustand versetzt, so sistirt die Absonderung der Drüse entweder ganz, oder es wird sehr wenig, dicker, trüber, viel feste Bestandtheile und Formelemente, aber wenig Wasser enthaltender Speichel secernirt.

Daraus folgt, dass die Chorda tympani unter normalen Verhältnissen auch ohne Reizung durch elektrische Ströme solche Impulse zur Drüse leitet, infolge deren diese fortwährend Speichel bereitet; der Sympathicus hingegen derartige, durch welche die Speichelabsonderung behindert wird.

Der Nerveneinfluss auf die Speichelabsonderung ist demnach demjenigen des Sympathicus und des Vagus für das Herz gleichgestellt; da, wie später dargelegt werden soll, der eine die Herzaction beschleunigt, der andere sie verzögert.

Ludwig und seine Schüler wiesen die Regulirung der Drüsenfunction durch obig erwähnte Nerven an der Hand des Experimentes nach. In dem, die einzelnen Drüsenläppchen miteinander verbindenden Bindegewebe verästeln sich Blutgefässe, die um die Acini herum, besonders an deren breiteren Parthien, enge dichte Capillarnetze bilden. Aus der früheren Darstellung ist ferner ersichtlich, auf welche Weise die Drüsenzellen mit Gehirn- und den sympathischen Nerven zusammenhängen; nach Pflüger würden die Zellen der Ausführungsgänge (Rasen- oder Stäbchenzellen) auch mit Nerven in Contact sein. Es frägt sich nun, ob die Nerven direct auf die Zellen wirken, also, ob es sogen. secretorische Nerven gibt; oder aber ob die Wirkung auf dem Wege der Blutgefässe eintritt,

in welchem Falle der Charakter der Nerven als ein vasomotorischer aufzufassen wäre, wodurch dann die Speichelabsonderung auf diese Weise regulirt würde.

Der Einfluss der vasomotorischen Nerven auf die Drüsensecretion ist ebenfalls aus den Experimenten Ludwig's und seiner Schüler constatirt; bei Reizung der Chorda tympani dehnen sich die Drüsenblutgefässe aus, die Drüse selbst wird geröthet, schwillt an und wird mit Feuchtigkeit gefüllt, während bei Reizung des Sympathicus die Drüse blass, zusammengeschrumpft und weniger feucht erscheint, zum Beweise, dass durch den Sympathicus Impulse, welche die Gefässwände verengern, vermittelt werden. Schneidet man den Sympathicus des Kaninchens am Halse durch, so dehnen sich die Capillaren der Ohren aus (Claude Bernard); aus diesen und anderen Experimenten schliessen wir ferner, dass es gefässerweiternde und -verengernde Nerven gibt. Diess ist jedoch in dem Sinne zu deuten, dass diese Art der Nerven Impulse leitet, welche die Gefässe verengern oder erweitern. In den Gefässen der Speicheldrüsen leitet nun der Sympathicus die verengernden, die Chorda tympani die erweiternden Impulse. Das Resultat der Untersuchungen, wonach auf Reizung der Chorda tympani eine stärkere Speichelabsonderung erfolgt (Chordaspeichel), ist dahin zu erklären, dass durch Ausdehnung der Gefässe mehr Blut zu den Drüsen strömt und dadurch diese mehr Speichel bilden; bei Reizung des Sympathicus (Sympathicusspeichel) tritt das Gegentheil ein, da durch die verengerten Blutgefässe weniger Blut zu der Drüse gelangt und diese somit weniger Speichel secernirt.

Gewisse Thatsachen sprechen nichts desto weniger für den Umstand, dass die Drüsenzellen auch unter directem Nerveneinflusse stehen. So wird auf Atropin und Daturin (Keuchel, Heidenhain) die secretorische Eigenschaft der Chorda tympani-Fasern gänzlich sistirt, und die Speichelabsonderung steht total still, trotzdem die Gefässe erweitert bleiben.

Damit die Drüsen aus dem Blutserum Speichel produciren, ist ausser dem Blutdrucke noch eine chemische Function der Drüsen unentbehrlich. Der Blutdruck allein genügt zum Hervorrufen des Speichels nicht, denn mit der auf dem Blutdrucke basirten Endosmose bekommt die Drüse blos Blutserum, dieses muss dann in der Drüse erst zu Speichel umgewandelt werden. Der Blutdruck als solcher reicht dazu nicht aus; Ludwig fand den Druck auf dem in den Drüsenausführungsgang gebundenen Manometer (Druckmesser) bei Reizung der Drüsennerven viel höher (190 Mm. Quecksilberdr.), als in dem in die Carotis eingebundenen (in welchem er zur selben Zeit 100·5—112·3 Mm. war); zur genügenden Erklärung der Speichelsecretion aus dem Blutdrucke müsste derselbe selbstverständlich im Gefässe grösser

sein, als im Drüsenausführungsgange. Dass sich in der Drüse während der Function ein chemischer Process abspielt, erhellt am deutlichsten aus dem Befunde, dass die Temperatur des secernirten Speichels die des Blutes in der Carotis um 1·5 ° C. überragt (Ludwig). Daneben übersteigt die Temperatur des venösen Blutes rasch die des secernirten Speichels, während das arterielle Blut unverändert bleibt.

Aus alledem ist ersichtlich, dass in der Drüse während deren Function sich ein Oxydations- (chemischer) Process entwickelt, bei welchem Wärme producirt wird. Für diese Annahme spricht auch die Beobachtung von Gianuzzi, dass nach Injection gewisser, die Secretionsfähigkeit der Drüsen aufhebender Substanzen (kohlensaures Natrium, diluirte Salzsäure) das Secret derselben bei Reizung des Nerven nicht mehr Speichel, sondern eine lympheartige Flüssigkeit war.

Es darf übrigens nicht verschwiegen bleiben, dass die Resultate der Speicheldrüseninnervation sich bis nun hauptsächlich auf Hunde bezogen, während die an Pflanzenfressern angestellten Experimente nur sehr geringe oder geradezu keine Resultate aufwiesen.

Der thierische Körper secernirt viel Speichel, denn bei jeder in den Mund gebrachten Substanz — selbst wenn es kein Nahrungsmittel ist — tritt Speichelabsonderung ein und steigert sich, weil die in Action befindlichen Kaumuskeln auf die Speicheldrüsen einen Druck ausüben; ferner weil durch Reizung der Schleimhaut auf reflectorischem Wege ebenfalls Speichelsecretion erfolgt. Ebenso sind ferner chemische Substanzen, welche mit den Nahrungsstoffen eingebracht werden, von grossem Einflusse, desgleichen Gemüthsaffecte (z. B. der Duft feiner Speisen, das Sehen, der Gedanke, oft auch nur die Rede von solchen). Der Speichel übt eine verdauende Wirkung aus, ein Theil desselben wird im Magen resorbirt, ein anderer Theil jedoch entleert.

Menge, physikalische Eigenschaften und chemische Zusammensetzung der Mundhöhlensäfte.

Der gewöhnliche Speichel besteht aus dem Secrete der Schleim- und Speicheldrüsen; ist filtrirt wasserhell, sonst durch beigemengte Schleimhautepithelien, die darin enthaltenen Schleimkörperchen und andere zufällig vorfindliche Substanzen etwas trübe.

Der filtrirte Speichel ist von schwachgelblicher Farbe, dünnflüssig, enthält als fixe Bestandtheile zumeist Kochsalz, etwas kohlensaures und schwefelsaures Kalium und phosphorsaure Salze.

Der Speichel wird durch die Speicheldrüsen abgesondert; der wichtigste Bestandtheil desselben ist das Ptyalin, ein N-haltiger Fermentstoff; mit der Eigenschaft, Stärkemehl bei normaler

Temperatur der Mundhöhle in Dextrin umzuwandeln; letzteres ferner in Traubenzucker, und diesen wieder besonders bei lang dauernder Einwirkung in Milchsäure umzusetzen.

Im Speichel des Menschen, und nach Jacubowitsch, Tilanus, Frerichs und Longet auch in dem des Hundes und Pferdes ist Rhodankalium (Schwefelcyankalium) zu finden; — Lehmann fand es übrigens nur im Secrete der Parotis, während Ellenberger und Hofmeister es im Pferde-Speichel nicht nachweisen konnten; — es wird durch Zusatz von Eisenchlorid zum Speichel demonstrirt, der sich bei Vorhandensein desselben purpurroth färbt. Der im gewöhnlichen Speichel befindliche und Mucin (Schleimsubstanz) haltige Schleim hat keine verdauende Eigenschaft, wird aber dadurch wichtig, dass er den Bissen, dessgleichen die Wege, welche letzterer zu passiren hat, schlüpfrig erhält.

Der zu Untersuchungen und Experimenten nöthige Speichel wird erhalten, wenn man an Thieren den Drüsenausführungsgang präparirt, in denselben kleine Silber- oder Glasröhrchen einbindet und diese mit einem Kautschukbehälter in Verbindung bringt. (S. Fig. 55 beim Pferde, nach Colin.) Der mit *K'* in der Figur bezeichnete Kautschukballen ist in den Ausführungsgang der rechten Parotis, der mit *K* bezeichnete in den der linken Unterkiefer-



Fig. 55. Parotis- und Submaxillardrüsenfistel beim Pferde nach Colin (Zeichnung von A. Tormay). *K*, *K'* = Kautschukballons zur Aufnahme des Speichels; *cs* = Canule in den Ausführungsgang eingebunden.

drüse eingebunden. Ellenberger und Hofmeister haben auf ähnliche Weise, sowohl aus der Parotis als der Submaxillaris das Secret gewonnen; nur verwendeten sie statt Kautschukballons grössere, mit der Drüse durch Kautschukröhrchen verbundene Glasflaschen. Beim abgebundenen Hunde bindet man einfach ein Glasröhrchen ein, und lässt das Secret in ein untergestelltes Gefäss träufeln. Beim Menschen wird eine silberne Canule in den Stenon'schen Gang eingeführt.

Die Parotis ist beim Pferde nur dann in Action, wenn dasselbe Nahrung zu sich nimmt und kaut (Colin, Ellenberger), während diejenige der Wiederkäuer fortwährend secernirt (Colin). Das Secret beider Drüsen ist gleichzeitig nicht auch von gleicher Menge. Colin nahm wahr, dass bei rechtsseitigem Kauen des Thieres die rechtsseitige Parotis mehr secernirte (es füllten sich die Kautschukballons mehr), und umgekehrt (die unthätige Drüse befand sich im Ruhestadium und blieb mit der Secretion im Rückstande).

Nachfolgende Tabelle bezieht sich auf die an Pferden und Eseln von Colin angestellten diessbezüglichen Untersuchungen:

Zeit	Rechte Parotis	Linke Parotis	Kauende Seite
I. Versuchs-Pferd			
Minut.	Gr.	Gr.	
15	910	200	rechts
15	580	320	„
15	250	700	links
II. Versuchs-Pferd			
15	570	620	links
15	510	820	„
15	500	800	„
15	480	750	„
15	720	420	rechts
15	540	800	links
15	600	740	„
III. Versuchs-Pferd			
15	620	260	rechts
10	320	200	„
5	200	120	„
15	410	230	„
10	60	320	links
5	20	150	„
15	130	520	„

Zeit	Rechte Parotis	Linke Parotis	Kauende Seite
IV. Versuchs-Pferd			
Minut.	Gr.	Gr.	
5	160	85	rechts
6	150	235	links
4	160	40	rechts
4	115	70	„
4	95	165	links
6	80	210	„
V. Versuchs-Pferd			
3	50	110	links
6	200	50	rechts
4	30	100	links
5	200	30	rechts
Esel			
15	120	10	rechts
15	110	60	„
15	80	170	links
15	150	15	rechts
15	30	160	links
15	55	135	„
15	50	165	„

Das Pferd wechselt während einer Futterung etwa 25mal die kauende Seite, und die Thätigkeit der Drüsen ist demzufolge abwechselnd bald grösser, bald geringer. Man kann sich davon, wenngleich schwieriger, auch am Rinde Ueberzeugung verschaffen, weil

bei Etablirung der Fistel auf einer Seite das Thier blos auf der andern kaut; bei beiderseitiger Fistel hingegen wechselt es die kauende Seite in einer Minute 2—3mal. Diese Wirkung entsteht infolge des, durch den Nahrungsstoff auf die Schleimhaut ausgeübten Reizes und von dessen an das Centralorgan geleitetem Impulsé; von den Centralorganen wird dann der Impuls bald auf eine, bald auf die andere Seite übertragen.

Beide Drüsen des Rindes produciren während einer Futterungszeit binnen einer Stunde 800—2400 Gr. Flüssigkeit (Colin).

Was die Submaxillardrüse anbelangt, so wäre der Wechsel der kauenden Seiten auf die Secretion derselben (nach Colin) von keinem Einflusse. Die Secretion dieser Drüsen ist während der Futterung eine beträchtliche; auf die Menge ist in erster Linie die Schnelligkeit, mittelst welcher das Kauen vollführt wird, von Einfluss; ferner Qualität und Geschmack der Nahrung. Grösser ist dieselbe während der Mahlzeit, als zu Ende derselben; vermehrt, wenn das Thier Mehl, Hafer, oder im Allgemeinen ein ihm zusagendes Futter frisst; gerade verschwindend klein wird dieselbe beim Fasten. Nach Ellenberger und Hofmeister benöthigen Pferde beim Kauen von Hafer und Häcksel behufs Einspeichelung das Doppelte des Gewichtes vom Futter; viermal so viel bei Heu und um die Hälfte ungefähr mehr bei Grünfutter.

Die nachfolgende Tabelle (nach Colin) zeigt die Schwankungen des Submaxillardrüsensecretes bei Nahrungsaufnahme und beim Fasten.

Rechte Fistel beim Pferde				Rechte Fistel bei der Kuh			Rechte Fistel beim Widder		
Zeit	Menge	Kauende Seite	Versuchfutter	Zeit	Menge	Versuchsfutter	Zeit	Menge	Versuchsfutter
Min.	Gr.			Min.	Gr.		Min.	Gr.	
15	31	links	Heu	15	110	Heu	15	27	Heu
15	26	„	„	15	85	„	15	20	„
15	24	„	„	15	65	„	15	25	„
15	22	„	„	15	70	„	15	15	„
15	17	rechts	„	15	80	„	15	26	„
15	23	„	„	15	85	„	15	27	„
15	19	„	„	15	70	„	15	20	„
15	22	links	„	15	60	„	15	24	Kochsalz
15	31	„	„	15	90	„	15	4	Heu
15	50	„	Hafer	15	70	Kochsalz	15	2	Fasten
15	23	„	„	15	20	Wachholderbeeren	15	8	Pfeffer
15	26	rechts	„	15	40	Pfeffer	15	28	Kochsalz
15	26	links	„	15	80	„	15	28	„

An der Submaxillardrüse angestellte Versuche begegnen ausnehmend viel Schwierigkeiten; trotzdem ist es gelungen,

die Ausführungsgänge der Drüse bei grossen Wiederkäuern zu präpariren und mit Canulen zu versehen. Dabei ergab sich, dass während des Fressens und Wiederkäuens die Secretion nicht stillsteht und auch während des Fastens fortbesteht, wenn gewisse Reizmittel die Schleimhaut treffen; das Secret wird nur beträchtlicher, wenn das Thier frisst; die Drüse scheidet dann stündlich 18 bis 20 Gr. aus.

Die Zusammensetzung des Parotis-Speichels lehrt folgende Zusammenstellung.

Nach Lassaigne enthält derselbe in 1000 Theilen:

Pferd		Kuh		Widder	
Wasser . . .	992·00	Wasser . . .	990·74	Wasser . . .	989·00
Schleim und Albumin . . .	2·00	Schleim u. lösl. thier. Substanz	0·74	Schleim u. lösl. thierische org. Substanzen .	1·00
Kohlensaure Alkalien . . .	1·08	Kohlensaure Alkalien . . .	3·38	Kohlensaure Alkalien . . .	3·00
Chloralkalien .	4·92	Chloralkalien .	2·85	Phosphors. Alkalien . . .	1·00
Phosphorsaure Alkalien und phosphorsaur. Kalk	Spuren	Phosphors. Alkalien . . .	2·49	Chloralkalien .	6·00
		Phosphors. Kalk	0·10	Phosphors. Kalk	Spuren
	1000·00		1000·00		1000·00

Nach neueren Untersuchungen von Ellenberger und Hofmeister ist der Saft der Parotis und Submaxillaris vom Pferde, ferner der gemengte Schleim folgend zusammengesetzt:

Parotis-Secret.

Bestandtheile	a) Spec. Gew.: 1·006	b) Spec. Gew.: 1·0075	Mittlerer Werth aus a—b
Wasser	991·836 Gramm	991·389 Gramm	991·613 Gramm
Trocken-Substanz .	8·164 „	8·611 „	8·387 „
{ Salze	5·253 „	6·664 „	5.958 „
{ Organ. Substanz .	2·911 „	1·947 „	2·429 „

Submaxillardrüsen-Secret.

Bestandtheile	a) Spec. Gew.: 1·0035	b) Spec. Gew.: 1·003	Mittlerer Werth aus a—b
Wasser	992·282 Gramm	992·720 Gramm	992·500 Gramm
Trocken-Substanz .	7·718 „	7·280 „	7·500 „
{ Salze	2·583 „	2·567 „	2·575 „
{ Organ. Substanz .	5·135 „	4·713 „	4·925 „

Gemengter Speichel.

Bestandtheile	a) Spec. Gewicht 1·006	b) Spec. Gewicht 1·0075	c) Spec. Gewicht 1·007	Mittlerer Werth von b u. c
Wasser	998·968 Gr.	988·500 Gr.	989·807 Gr.	989·154 Gr.
Feste Substanz . .	11·032 „	11·500 „	10·193 „	10·846 „
{Salze	5·455 „	8·270 „	8·124 „	8·197 „
{Organ. Substanz .	5·577 „	3·230 „	2·069 „	2·649 „

Ausser den bisher abgehandelten Drüsen finden wir bei den Wiederkäuern noch eine vierte die sog. Nuck'sche oder Unterjochbogendrüse (Glandula subzygomatica), welche man als Theil des Unterkieferabschnittes der Parotis ansehen und nach Colin als Parotis-Adnex bezeichnen kann. Colin ist auf Grund seiner Untersuchungen der Ansicht, dass dieser Drüse dieselbe Aufgabe, als ihrem obern Abschnitte, der eigentlichen Parotis zukomme.

Der in die Mundhöhle ergossene Speichel (das Secret sämmtlicher in die Mundhöhle führender Speicheldrüsen) bildet eine beträchtliche Menge. Colin hat, von der Voraussetzung ausgehend, dass ein Pferd etwa viermal mehr Speichel zur Anfeuchtung des genossenen Quantums Heu verbraucht, und wenn es nicht frisst, doch stündlich 100—150 Gr. Speichel secernirt, berechnet: dass das controllirte Thier, bei Aufbrauche von 5000 Gr. Heu und ebensoviel Stroh 40,000 Gr. Speichel benöthigte; die für die übrigen Stunden des Tages (17—18), während welchen das Thier nicht frass, secernirte Speichelmenge betrug 2000 Gr.; so dass die 24stündige Menge auf 42,000 Gr. gesetzt werden kann.

Die 24stündige Speichelsecretion der Wiederkäuer ist eine noch beträchtlichere. Angenommen: ein Thier frisst täglich durch 3 Stunden, die Rumination erfordere 5 Stunden, so müsste dasselbe nach Colin wenigstens 40,000 Gr. Speichel secerniren; binnen der 16 nicht mit Fressen zugebrachten Stunden würden auch 16,000 Gr. abgesondert, so ergibt sich die Totalsumme für 24 Stunden mit 56,000 Gr. Die aus diesen Untersuchungen resultirenden Ziffern findet aber Colin noch immer als zu niedrig angesetzt. Mit Grünfutter oder Wurzelgewächsen gehaltene Thiere weisen geringere Speichelsecretion auf. Die Nicht-Herbivoren aber wieder eine mindere, als die Einhufer und Wiederkäuer. Die Menge des secernirten Speichels beim Menschen beträgt in 24 Stunden etwa bloss 1500 Gr.; diejenige des Hundes ist sogar sehr gering, wahrscheinlich aus dem Grunde, weil das Thier seine Nahrung oft in wenig Augenblicken verschlingt. Nach Jakubowitsch gibt die Parotis des Hundes stündlich 49 Gr., die Submaxillaris 38 Gr., die Sublingualis aber 24 Gr. Colin bekam bei demselben Thiere keine positiven Untersuchungsergebnisse.

Der Geschmack des Speichels ist etwas salzig, seine Reaction alkalisch, das specifische Gewicht bei verschiedenen Thieren ein verschiedenes. Nach Lassaigne wäre das specifische Gewicht des Speichels der Parotis von der Kuh = 1·0108; vom Pferde = 1·0045; vom Widder = 1·0102 (bei 15° C.). Die Zahlen differiren jedoch nach der wechselnden Lebensweise und der Einfuhr von Wasser in's Blut. Bidder und Schmidt haben die chemische Zusammensetzung des Mundsecretes vom Hunde in Folgendem zusammengestellt:

Bestandtheile	Parotis-Secret	Submaxillardrüsen-Secret		Mundschleim
		Schwache Secretion	Stärkere Secretion bei Reizung der Mundschleimhaut	
Wasser	99·53	99·14	99·60	99·00
Feste Bestandtheile	0·47	0·85	0·39	0·99
Organ. Substanz .	0·14	0·29	0·15	0·38
Salze	—	—	0·24	—
Cl. Ka, Cl. Na	0·21	0·45	—	0·53
Phosphors. NaO .	—	—	—	—
" CaO, " MgO .	—	0·116	—	0·08
Kohlensaurer Kalk	0·12	—	—	—

Pflüger fand im Secrete der Submaxillardrüse vom Hunde 49·2—64·7 Volumprocent Kohlensäure (CO_2) 0·4—0·6 Sauerstoff (O), und 0·7—0·8 Stickstoff (N).

Physiologische Wirkung des Speichels.

Leuchs war der Erste, der die umwandelnde Wirkung des Speichels von Stärkemehl in Zucker beobachtete. Ihm folgte Mialhe mit dem Beweise, dass die Reaction des Speichels nicht nur auf rohes, sondern auch gekochtes, jedoch vorher gestossenes Amylum gleichmässig erfolge. Er constatirte, dass das Amylum zuvor in Dextrin und dann in Zucker umgewandelt werde, und dass dazu im Munde des Menschen eine Minute genügt; Lassaigne, der diese Experimente wiederholte und seine Versuche an Pferden anstellte, fand, dass das Secret der Parotis des letztern Thieres dieser Eigenschaft entbehre; doch constatirte die Commission der französischen Akademie, dass der gemeinsame Mundspeichel des Pferdes, des Parotis-Secretes beraubt, Amylum allerdings in Zucker umzuwandeln im Stande sei. Diese Angaben wurden von Colin und Jakubowitsch neuerdings bestätigt.

Ferner behauptete Longet, dass das Secret der Submaxillar- und Sublingualdrüse des Menschen dieselbe Reaction gäbe, als gemischter Speichel.

Die interessanten neueren Untersuchungen von Ellenberger und Hofmeister über die verdauenden Eigenschaften des Pferdespeichels ergaben folgende Resultate:

Versuche mit gemischtem Speichel stellten klar, dass dieser nach 1/4 Stunde bereits einen Theil des Amylums in Achrodextrin und Zucker umwandle; bei Verdauung von (gestossener) roher Stärke tritt die Zuckerreaction nur nach 1/4 Stunde, hingegen bei gekochter nach wenigen Minuten auf. Daraus folgt und ist auch experimentell erwiesen, dass bei Pferden nicht so sehr in der Mundhöhle, aber erst im Magen die durch geschluckten Speichel bewirkte Amylumverdauung eintritt.

Für den Parotisspeichel des Pferdes constatirten obige Forscher, dass bei künstlicher Verdauung des Amylums erst nach 30 Stunden Zuckerreaction erfolgte; ein anderesmal wurde bei Amylumbrei nach 12 Stunden, in einem dritten Falle schon nach einer Stunde der Zucker nachweisbar. Ebenso konnte nachgewiesen werden, dass der während des Kauens nach einer Ruhepause secernirte Speichel der Parotis stark zuckerverdauend ist; hingegen der später ausgeschiedene diese Eigenschaft in sich stetig verminderndem Grade zeigt; und darin liegt auch die Erklärung dafür, dass frühere Beobachter die zuckerumwandelnde Eigenschaft des Parotissecretes in Abrede stellten.

Schliesslich besitzt — nach Obigen — auch die Submaxillardrüse des Pferdes zuckerfermentöse Eigenschaft; wie auch erwiesen ist, dass der Pferdespeichel Rohrzucker umwandelt; endlich in Uebereinstimmung mit Munk, dass im Speichel Spuren eines peptonisirenden Fermentes vorhanden sind; hingegen der Pferdespeichel auf die Cellulose des Heues unwirksam ist (Hofmeister).

Wir verdanken Ellenberger und Hofmeister ferner Untersuchungen über den Umstand, in wiefern das Zuckerferment im Pferdekörper verbreitet erscheint. Sie fanden, dass es (in geringer Menge) im Blute, in den se- und excretorischen Flüssigkeiten (Serum und Gelenksflüssigkeit), in den meisten Organen, besonders in den Lymphdrüsen, in den Lungen und dem Diaphragma nachweisbar ist. Doch blieb die Frage unentschieden, ob das Ferment im lebenden Körper präformirt, oder erst postmortal in den Organen und Flüssigkeiten entstanden sei; geringe Mengen desselben werden von Genannten für den lebenden Organismus angenommen.

Mialhe nannte das Zuckerferment im Speichel: Speicheldiastase (Diastase salivaire); und es ist erwiesen, dass es dieselben Gährungseigenschaften entwickelt, als die Germ des Brodes. Diese Substanz wird jetzt auch Ptyalin genannt. Die Wirkung desselben ist im Speichel des Hundes eine schwache, kräftiger wird sie bei den Herbivoren; am stärksten kommt sie

beim Menschen zur Geltung. In Fällen, wo das Amylum mehr minder intact bleibt, wie im Hafer bei Pferden, tritt die Zuckerfermentation in verschwindendem Maasse zu Tage. Der herabgeschluckte Speichel verdaut das Amylum im Magen zu Zucker; obschon man früher der Ansicht war, dass die Zuckerbildung durch Gegenwart der Säure vernichtet würde.

Die Unhaltbarkeit dieser Ansicht bewiesen Bidder und Schmidt; ebenso sah Schröder an einer mit Magenfistel behafteten Frau, dessgleichen an ebenso beschaffenen Hunden, dass in den Magen eingebrachtes Amylum sich zu Zucker umwandele; dasselbe fand Colin und auch Verfasser an in gleicher Weise operirten Hunden.

Der Vormagen der Wiederkäuer — von der Mundhöhle während der Rumination fortdauernd mit Speichel versorgt — bringt diese Umwandlung in gesteigertem Maasse zu Wege, als der Magen bei andern Thierspecies.

Endlich behauptete Longet und Colin (Ellenberger und Hofmeister versuchten dies an Herbivoren nachzuweisen). dass Speichel die Fette auf mechanischem Wege in Emulsion überzuführen vermöge.

Hofmeister stellte Experimente darüber an, wieviel Cellulose im Verdauungstrakte der Wiederkäuer verdaut werde; ferner welcher Theil des Traktes es sei, in welchem die Verdauung der Cellulose erfolgte; schliesslich, welche Flüssigkeiten diesem Processe vorstehen. Er führte zu diesem Zwecke mit Tüll umbundene Neusilberdraht-Kapseln — welche mit Gras oder Heu gefüllt waren — in die einzelnen Theile des Magens und untersuchte dieselben nach einiger Zeit. Aus den in den Vormagen (durch eine Schnittwunde) eingelegten und 3 Tage darin belassenen, dann untersuchten Kapseln hat sich herausgestellt, dass von 100 Theilen roher Grasfaser blos 21·6% übrig blieben und demnach 78·4% gelöst (verdaut) wurden. Dasselbe Resultat gaben mit Vormagensaft im künstlichen Verdauungsofen angestellte Versuche.

Versuche mit gemischtem Speichel ergaben, dass von 100 Theilen trockener Substanz 70.4%; auf Extract der Parotis 41.5%; auf Secret der Submaxillardrüse 49.2% gelöst wurden. Von 100 Theilen rohen Faserstoffes wurden durch gemischten Speichel 80.4%; Parotissecret 40.8%, und Submaxillardrüsenspeichel 18.1% gelöst. In einer zweiten Versuchsreihe löste gemischter Speichel aus 100 Theilen trockener Heusubstanz 58,7 und 50.0%; hingegen Submaxillardrüsensekret 41.7%; es wurden von 100 Theilen Rohfaser 72.4 und 57.3% durch gemischten Speichel; hingegen 16.4% durch Sublingualdrüsensecret gelöst. Aus diesen Untersuchungen konnte man nunmehr folgern, dass nicht so sehr der Vormagensaft, als der gemeine Speichel für die Verdauung der Cellulose

von Einfluss ist. Hofmeister machte dieselben Versuche an Schafen; bei Rindern konnte er keine positiven Resultate erzielen; denn weder das Drüsenextract, noch frischer Speichel reagirten auf die Rohfaser als Ferment.

Das Pferd verdaut somit nach diesen Versuchen sehr wenig Cellulose; welche — wie bekannt in den Untersuchungen mit positiven — Resultaten stets in Zucker verdaut (umgewandelt) wurde.

Veränderungen der Speicheldrüsenzellen während der Secretion.

Während der Function gehen die Speicheldrüsenzellen verschiedene Veränderungen ein. Im Zustande der Ruhe bietet die Speicheldrüse ein anderes Bild, als wenn ihr Nerv durch den elektrischen Strom gereizt wird (Heidenhain u. A.).

In Fig. 56 I sind einzelne Acini (*a*) der Parotis vom Kaninchen im Ruhestadium untersucht und mit Carmin gefärbt dargestellt. Die Zellen erscheinen hier licht, kaum granulirt, gross, geschwellt und besitzen sternförmige Kerne, an denen man vergebens nach Kernkörperchen sucht, und färben sich nicht oder kaum auf Carmin. Dieselbe Figur bei II lässt die Acini (*a*) einer Kaninchenparotis sehen, welche auspräparirt wurden, nachdem ihr Sympathicus eine Zeit lang mit dem Inductionsstrome gereizt wurde, also nachdem die Drüse in Function gewesen. Man sieht daran deutlich die Verkleinerung der Acini, die Zellen sind stark granulirt, die lichte Grundsubstanz vermindert; die Zellkerne vergrössert, rundlich und mit deutlichen Kernkörperchen versehen; sämmtliche Zellen im Ganzen getrübt, färben sich im Carmin intensiv roth. Die Erklärung dieser Umwandlung ist nach Heidenhain folgende: Die Verkleinerung des Volumes der Zellen deutet auf Abgabe von Substanzen an das Secret; die Verminderung der lichten Zellsubstanz aber dahin, dass gerade von diesem Theile der Zelle das Secret producirt wurde; die Granulation oder aber die Vermehrung des protoplasmatischen Theiles endlich weist darauf hin, dass die Zellen aus der die Acini umspülenden Lymphe Bestandtheile aufgenommen; endlich deutet die Veränderung des Kernes darauf, dass auch dieser Theil an der Zellfunction Antheil hat. Umgekehrt folgert Heidenhain, dass: — da bei Secretion die Zelle granulirt wird (sich intensiv färbt), während im Ruhestadium die Zellsubstanz reducirt wird und in ihr ein lichter, sich nicht färbender Stoff bildet, — sich 1. die lichte Substanz auf Rechnung des Protoplasmas bildet, und 2. dass aus diesem (dem Protoplasma) das Secret wird. Es würden demnach nicht im Stadium der Drüsenfunction oder wenigstens nicht nur in diesem Stadium allein, die zur Secretion nöthigen chemischen Substanzen, sondern eher in dem Ruhestadium der Drüse diese

im Ueberschusse gebildet werden, und da diess auf Rechnung des Protoplasma geschieht, so schwindet letzteres, um sich bei der Secretion neu zu bilden.

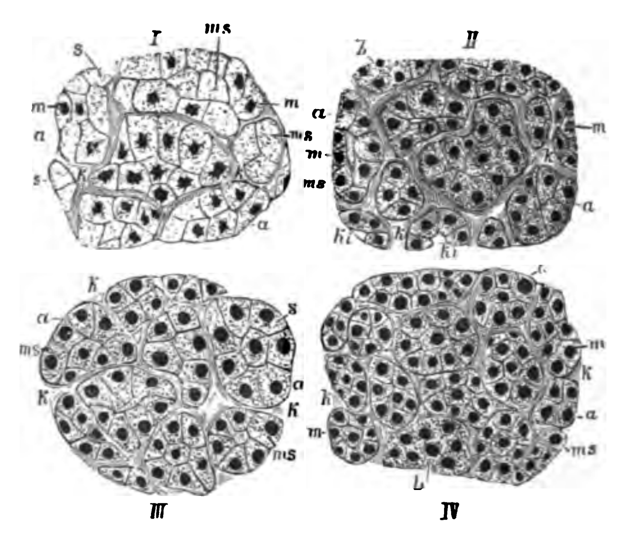


Fig. 56. I = Schnitt aus der ausgeruhten Parotis des Kaninchens; II = aus derselben Drüse nach Reizung des Sympathicus; III = Schnitt aus der ausgeruhten Parotis des Hundes; IV = aus derselben Drüse nach Reizung des Sympathicus (nach Heidenhain); *a* = Acinus; *ms* = Drüsenzelle; *m* = Kern; *k* = Bindegewebe um den Acinus; IV *b* = des scharfen Conturs verlustige und miteinander verschmelzende Drüsenzellen.

Ellenberger und Hofmeister machten mit der Parotis und Submaxillaris des Pferdes Versuche, um zu erforschen, welche Art, und wie viel Zuckerferment die Extracte der ausgeruhten und ermüdeten Drüsen liefern, und fanden dasselbe in beiden ausgeruhten Drüsen, während es den ermüdeten abging. Das Resultat würde nach ihnen beweisen, dass die Drüsenzellen das Ferment zu Anfang der Function besitzen, welches nur in der Ruhepause gebildet wird und sich anhäuft, um dann während der Secretion in den Speichel überzugehen. Das Drüsenextract von Pferden, die eben gefressen (1 Stunde, und danach) hat kein Ferment; hungernde Pferde haben welches. Zu Anfang der Fütterung secernirter Speichel ist reich an Ferment, dem später gebildeten mangelt dasselbe. Daraus folgt, dass Secret und Drüsenextract conform sind. Nach obigen Forschern ist endlich das Parotis-Drüsenextract gerade so wie das natürliche Secret derselben Drüse in geringem Grade peptonisirend; diese Eigenschaft geht jedoch dem Submaxillardrüsenextracte ab.

Das Extract sämmtlicher übrigen, in der Mundhöhle des Pferdes vorfindlichen Drüsen enthält das Zuckerferment; nur keinen Fibrinverdauungsstoff. Ebenso wären die Fermentationsverhältnisse der ausgeruhten, und functionirenden Munddrüsen dieselben, wie die der Parotis und der Submaxillaris.

Histologische Structur des Rachens (Pharynx).

Die Wandungen des Rachens besitzen vier Schichten, und zwar die Schleimhaut, das Schleimhautunterzellgewebe, die Muskelschichte und schliesslich die äussere Faserschichte.

Das Schleimhaut-Epithel ist, mit Ausnahme der Parthien um die Nasenöffnung, mehrfach geschichtetes Pflasterepithel. In der Nähe der Eustach'schen Tube bedecken cylindrische Flimmerzellen das Grundgewebe der Schleimhaut, während der gesammte Rachen und oft auch die ganze Mundhöhle der Amphibien mit cylindrischen Flimmerzellen ausgekleidet ist. Ausserdem finden sich in der Schleimhaut vereinzelte isolirte Lymphfollikel und daneben acinöse Drüsen verstreut.

Die leistenförmigen Hervorragungen am Rachenboden sind gefässreich, aus losem, mit Lymphzellen infiltrirten Gewebe gebildet und darinnen nicht total circumscripte Knötchen befindlich, welche Luschka mit dem Namen „Rachenmandeln" belegt hat. Sie bilden etwa 8 Mm. dicke Massen und finden sich zwischen den Oeffnungen der Ohrtrompeten.

Die Gefässe bilden unter der Schleimhaut reiche Netze. In der untern Parthie des mittlern Drittels finden sich viele Papillen, welche in dem obern entweder unvollständig ausgebildet sind, oder ganz fehlen. Die acinösen Drüsen bilden in den mittleren und unteren Parthieen stellenweise zusammenhängende Schichten. Im untern Drittel sind wenig, in der untersten Parthie keine Drüsen zu finden.

Die Nerven verlaufen im Bindegewebe der Submucosa und zeigen oberflächliche und tiefgehende, mit mikroskopischen Ganglien zusammenhängende Netze (Remak, Billroth). Der Pharynx ist mit Lymphgefässen reichlich ausgestattet, deren Netze mit denen der Nasen- und Mundhöhle, der Trachea und des Oesophagus zusammenhängen.

Die äussere Faserschichte besteht aus miteinander parallel verlaufenden Bündeln, reichlich mit elastischem Gewebe gemengten faserigen Bindegewebes.

Die Muskeln der hinteren und seitlichen Wände des Rachens bilden eine äussere Rings- und eine innere Längsfaserschichte. Die ersteren heissen: die Schlundschnürer (constrictores pharyngis), die letzteren werden von dem Griffelschlund- (m. stylopharyngeus) und dem Schild-Schlund-Gaumenmuskel (m. thyreo-pharyngo-palatinus) gebildet.

Im Gaumen geht kein Verdauungsprocess vor sich, das Secret der acinösen Drüsen erfüllt durch seinen Mucingehalt blos die Aufgabe, die Rachenwände schlüpfrig zu erhalten.

Histologische Structur der Speiseröhre (Oesophagus).

Die Speiseröhre erstreckt sich vom Ringknorpel bis zum sogen. foramen oesophageum.

An ihrer Schleimhaut sehen wir zahlreiche parallele Falten, von denen beim Rinde Frank in seinen Untersuchungen festgestellt, dass sie durch längsverlaufende starke Bindegewebsleisten bedingt werden.

Wir unterscheiden an der Wand derselben gleichfalls vier Schichten. Diese sind:

1. Die Epithelschichte mit glatten Muskelfasern; 2. die Bindegewebsschichte der Schleimhaut; 3. die beiden Muskelschichten und 4. die diese bekleidende seröse Membran.

Beim Menschen und den Wiederkäuern ist die Schleimhaut des Oesophagus mit einem geschichteten Pflasterepithel, bei den Reptilien, Amphibien und andern niedern Thierklassen mit cylindrischen Flimmerepithel angekleidet.

Die Bindegewebsschichte der Schleimhaut (Mucosa) beim Neugebornen zeigt adenoides, beim Erwachsenen und den Wiederkäuern faseriges Bindegewebe mit zahlreichen rundlichen Zellen in den Maschenräumen.

Dieses Gewebe bildet sehr zahlreiche Papillen, welche bis in die Epithelialschichte hineinragen. Die eigentliche Muskelschichte der Mucosa (Muscularis mucosae) besteht aus glatten Längsmuskelfasern.

Die Muscularis mucosae beim Hunde hat kein zusammenhängendes Gefüge wie beim Menschen; das Kaninchen entbehrt der Muskelfasern am Anfange des Oesophagus; doch sind diese wenn auch schwach in den untern Parthien vorfindlich.

Die Submucosa ist faseriges, mit bald feineren, bald breiteren elastischen Fibrillen gemengtes faseriges Bindegewebe, in welchem sowohl die Blutgefässe, als auch die Nerven verlaufen. Nach diesem folgt die doppelte Muskellage der Speiseröhre. Die innere umgibt dieselbe circulär, die äussere in Längsrichtung und werden beide von der faserigen serösen Membran umhüllt. Acinöse Drüsen finden sich spärlich verstreut im Oesophagus und zwar im untern Abschnitt mehr als im obern. Sie sind klein, oval und liegen im submucösen Bindegewebe unter der Muskelschichte der Mucosa, mit ihren feinen verengten Ausführungsgängen die Epithelschichte durchbohrend.

Die beiden Muskelschichten des Oesophagus bestehen beim Menschen in beiden unteren Dritteln aus glatten, im obern Drittel hauptsächlich aus quergestreiften Muskelfasern; in dem des Hundes finden sich bis zum Magen glatte und quergestreifte Fasern untermengt; beim Pferde gehen die quergestreiften Fasern bis 20—25 Cm.

vor die Cardia (Ravitsch). Das Gleiche kommt beim Kalbe, Schweine, der Katze und dem Kaninchen vor. Glatte Muskelfasern sind hier blos in der innern Muskelschichte vorhanden, in der äussern erstrecken sich die quergestreiften bis zur Cardia. Bei den übrigen Thieren verlaufen die quergestreiften Elemente bis zur Cardia.

Die im submucösen Bindegewebe verlaufenden Nervenäste senden Zweige zu den beiden Muskelschichten, ferner zur Schleimhaut und deren Muskellager und sind im ganzen Verlaufe mit Ganglien in Verbindung. Remak hat beim Menschen an den Oesophageal-Aesten des Sympathicus echte Ganglien gefunden.

Die Lymphgefässe erstrecken sich theils in der Schleimhaut, theils im submucösen Bindegewebe (Fleischmann).

Structur des Magens.

Allgemeine vergleichende Angaben.

Die Structur des Magens ist bei verschiedenen Thieren eine verschiedene. Die einzelligen, den Uebergang zwischen dem Pflanzen- und Thierreiche darstellenden Organismen (Moneren Häckel's) haben weder Magen, noch ein specielles Organ zur Nahrungsaufnahme; der Zellkörper saugt aus der sie umströmenden Flüssigkeit die darin gelösten Substanzen auf und bettet manchmal auch feste Bestandtheile in seinen Zellenleib, während der Bewegungen derselben ein. Der Verdauungstrakt der Cölenteraten, einiger Echinodermen und der Würmer bildet eine sich nach aussen öffnende Höhle (d. h. eine Körperhöhle), an welcher man einen eigentlichen Magen nicht zu unterscheiden vermag. Am Verdauungskanale der Gliederthiere (Articulata, z. B. Käfer) kann man manchmal zwei Magen unterscheiden; der eine in den der Oesophagus mündet ist eine kropfartige Ausbuchtung, während der zweite schlauchartige Theil mehr als eigentlicher Magen aufzufassen ist. Auf den Magen folgt dann der Mitteldarm und dann der Enddarm; so bei den Käfern und Fischen. Der Magen vom Proteus ist ein unerweiterter Theil des Verdauungstraktes. Der Magen der Fische und Amphibien ist ebenfalls röhrenförmig, aber bereits ausgeweitet, seine Längsaxe fällt mit der des Körpers zusammen. Der Magen der Wiederkäuer und des Menschen ist nicht längs, sondern quer gelagert.

Sowohl bei den Schildkröten als auch den Krokodilen finden wir eine bestimmte Abgrenzung des Oesophagus vom Magen, man kann an letzterem die grosse und die kleine Curvatur ausnehmen.

Bei den Vögeln findet sich eine langgestreckte Speiseröhre, welche eine grosse Ausweitung oder sackartige Ausbuchtung besitzt, die Kropf (Jugluvies) genannt wird und an den körnerfressenden am deutlichsten ausgeprägt erscheint. An dem darauf folgenden Magen unterscheiden wir zwei Theile, von denen der erste, mit einer starken Drüsenschichte ausgekleidete, als Vormagen, der zweite, in seiner untern Parthie mit mächtigen Muskellagern versehen und im Innern mit einer Hornschichte ausgekleidet, zur

Verkleinerung der Nahrungsmittel dient und als **Muskelmagen** bezeichnet wird.

Der Magen der Säugethiere ist entweder röhrenförmig, wenig ausgeweitet wie z. B. bei der **Robbe** (Fig. 57, 1), welcher ausserdem, wie bei den niederen Thieren, noch längs gelagert ist; oder er ist sackartig ausgedehnt, mit **grosser und kleiner Krümmung** versehen (**Curvatura major et minor**) und quer gelagert. Bei Thieren mit einem Magen, unterscheiden wir an demselben

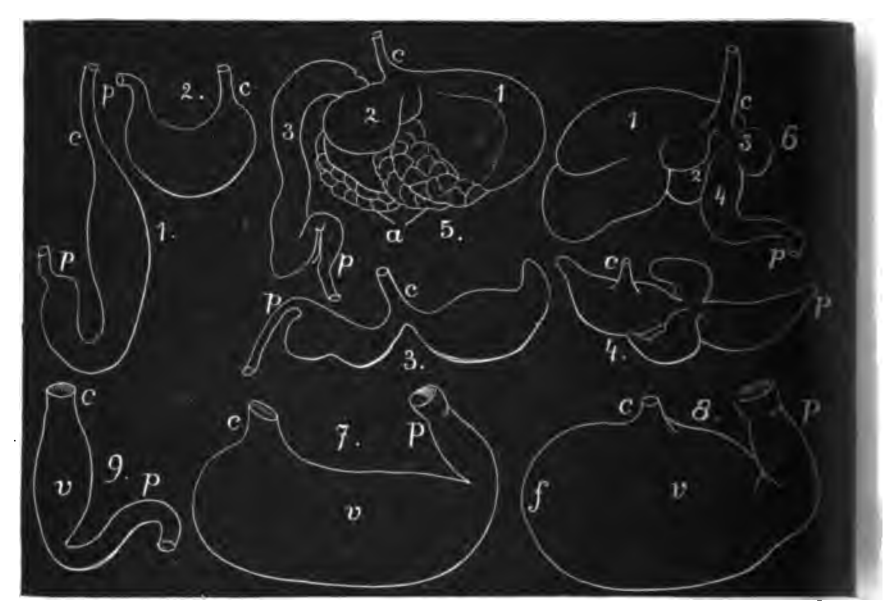


Fig. 57. Magen verschiedener Säugethiere und einer Schildkröte. 1 = Robbe, 2 = Hyäne-, 3 = Cricetus-, 4 = Manatus-, 5 = Kameel-, 6 = Schafmagen (nach Gegenbaur), 7 = Löwen-, 8 = Pferdemagen (nach Nuhn); *c* = Cardia; *p* = Pylorus; 1, 2, 3, 4 = erster, zweiter, dritter, vierter Magen; *v* = Ventriculus; *f* = Fundus ventriculi.

den an dem Oesophagealtheil belegenen **Magenmund** (**Cardia**) (*c*) eine membranöse Klappe und eben eine solche an den Dünndarmtheil anstossende, den **Pförtner** (**Pylorus**) (*p*).

Bei vielen Säugern und beim Menschen breitet sich der **Cardiatheil** an der **grossen Curvatur** zum **Magengrunde** (**fundus ventriculi**) aus. Diese Ausbuchtung fehlt bei den meisten **Carnivoren**, findet sich hingegen bei den **Monotrematen**, den **Beutelthieren**, den **Nagern** und **Edentaten** ausgebildet; beim Affen gleicht sie derjenigen des Menschen.

Diese **Ausweitung** (*c*), welche auch bei der Hyäne (2) vorfindlich ist, ist die erste Andeutung zur Theilung des Magens in mehrere Abschnitte. Oft erstreckt sich diese Theilung blos auf

die Schleimhaut; wo dann, wie z. B. beim Pferde, eine scharfe Grenze zwischen der lichtern und dunklern Schleimhaut zu sehen ist, oder es findet sich bereits eine bestimmte Einschnürung vor. So theilt sich der Magen bei vielen Nagern in zwei Theile, in den sogen. Cardia- (*c*) und Pylorus- (*p*) Theil; in Fig. 57 bei 3 ist eine solche vom Cricetus dargestellt. Der Magen der Wiederkäuer (auch Tylopoden und Wale) ist bereits mehrtheilig und zwar in meist vier kleinere oder grössere Abtheilungen gesondert

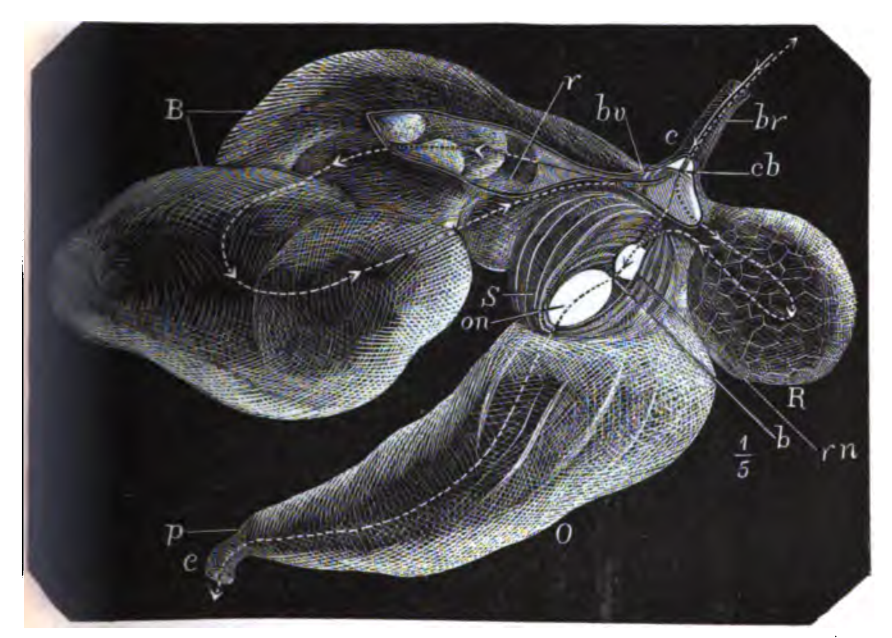


Fig. 58. Magen des ausgewachsenen Schafes, aufgeblasen und getrocknet 1/5 natürl. Grösse. *B* = Rumen; *R* = Reticulum; *S* = Omasus; *O* = Abomasus; *c* = Cardia; *p* = Pylorus; *br* = Oesophagus; *cb* = Cardiaklappe; *bv* = Oesophagusrinne; *r* = Falte des Rumen; *rn* = Oeffnung des Reticulum; *on* = Oeffnung des Labmagens; *b* = Klappe zwischen Reticulum und Omasus; *e* = Duodenum.

(bei den Tylopoden angeblich in drei Theile) und dann noch durch Scheidewände oft bis zu sieben kleineren Fächern abgetrennt. Beim Manatus (4) und den Wiederkäuern ist der Magen viertheilig, beim Kameel (5) sind äusserlich nur drei Magen differenzirbar. (Wie bereits erwähnt, übergeht der Blättermagen in den Labmagen ohne Abschnürung.)

Der Magen der Wiederkäuer besteht aus folgenden Theilen. Der Oesophagus (Fig. 58 *br*) öffnet sich in den weiten Vormagen (*B*) (Rumen), welcher durch eine Oeffnung mit dem Netzmagen (*R*) (Reticulum), dieser wieder durch eine Oeffnung (*rn*) mit dem Psalter (*S*) (Blättermagen, Omasus) correspondirt,

aus welchem die Oeffnung *on* in den (**Labmagen**, **Abomasus**) (*O*) führt.

Auffällig ist es, dass die einzelnen Magen-Abschnitte ausgewachsener Thiere bezüglich des Volums von dem Neugeborener verschieden sind.

Vergleichen wir Fig. 58 mit Fig. 59, so fallen uns die Unterschiede merklich in die Augen. Erstere stellt den Magen des ausgewachsenen Schafes dar, letztere zeigt den des neugeborenen Lammes. Bei letzterem ist der Labmagen (*O*) der grösste, hingegen der **Rumen** (*B*) gering; im ausgewachsenen Thiere ist der **Abomasus** wenig, der **Rumen** ganz beträchtlich vergrössert.

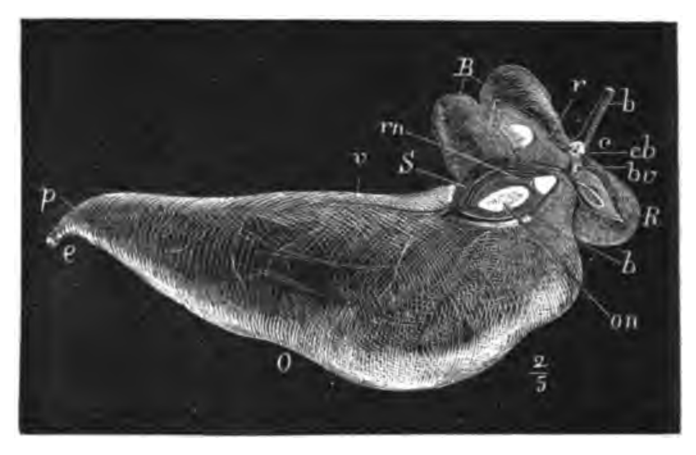


Fig. 59. Magen des neugeborenen Lammes, getrocknet und aufgeblasen. 2/5 der natürlichen Grösse. *B* = Rumen; *R* = Reticulum; *S* = Omasus; *O* = Abomasus; *c* = Cardia; *p* = Pylorus; *b* = Oesophagus; *cb* = Cardiaklappe; *bv* = Oesophagusrinne; *r* = Trennungsfalte im **Rumen**; *rn* = Oeffnung im **Reticulum**; *on* = Oeffnung im **Abomasus**; *r* = Blutgefässe; *e* = **Duodenum**.

Dieser Unterschied ist in der Art der Ernährung begründet. Das neugeborene Lamm nährt sich nur von Milch, welcher Nahrungsstoff einer weitern Vorbearbeitung durch die anderen Magen nicht bedarf, so dass das Thier mit dem Labmagen ausreicht; hingegen ist die Nahrung des ausgewachsenen Thieres eine trockenere und consistentere, demnach schwerer auszunützende und verdauliche, so dass die Vorarbeit des Vormagens nicht zu umgehen ist, zudem auch die eingenommene Futtermasse einen grössern Raum beansprucht. Mit der Entwöhnung des Thieres von der Zitze, fängt auch der Magen an sich umzugestalten und auszubilden.

Histologische Structur des Magens.

Der Magen des getödteten, ausgehungerten Thieres zeigt zahlreiche Falten, welche im lebenden gefüllten Organe ausgeglichen sind. Der Magen besteht aus denselben Schichten wie der Oesophagus, und zwar aus der Epithelialschichte; der mit Drüsen versehenen Schleimhaut, der eigenen Muskelschichte der Schleimhaut (Muscularis mucosae), dem submucösen Bindegewebe, den beiden Muskellagern und endlich der serösen Umhüllungsmembran (Fig. 61).

Die Schleimhaut wird von dreierlei Drüsen durchsetzt, und zwar erstrecken sich vom Cardiatheil bis zur Nähe des Pylorus die Magensaftdrüsen, welche den pepsinhaltigen Magensaft secerniren. Es sind diess röhrenförmige Drüsen, welche sowohl beim Menschen, als bei Thieren sich an (*aa*) ihren Enden oft in mehr Aeste theilen, doch in den meisten Fällen als einfache Röhren, in denen man wieder dreierlei Zellen unterscheiden kann, von einer structurlosen Membran (Membrana propria) umhüllt werden. Das obere Drittel der Röhre (der Ausführungsgang) ist mit Cylinderzellen bekleidet (Fig. 60 *A* bei *c*), während für die anderen unteren Parthieen Rollet, Heidenhain u. A. zweierlei Zellformen beschreiben, und zwar die Adelomorphzellen (Heidenhain's Hauptzellen (Fig. 60 *A* und *B* bei *a*) mit unbestimmter Gestalt und an frischen Präparaten einzeln schwer sichtbar (woher auch der Name δῆλος = isolirt sichtbar und α privativum = unsichtbar) und die delomorphen (sichtbaren) Zellen [Die Pepsinzellen der Aelteren, Heidenhain'sBelegzellen oder Magensaftzellen (*d*) der structurlosen Membran fest anliegend, so dass sie dieselbe ausbuchten]. Letztere quellen während der Verdauung

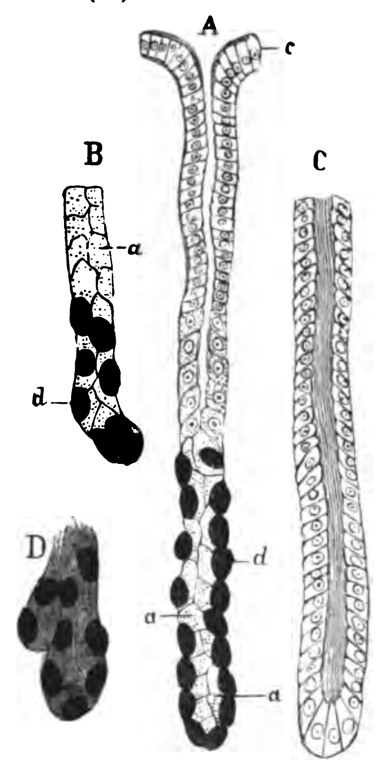


Fig. 60. *A B D* Pepsindrüsen aus dem Magen; *A* = vom Menschen, *B* = vom Hunde, *D* = aus dem Labmagen vom Kalbe; *a* = adelomorphe Zellen; *c* = Cylinderzellen; *d* = delomorphe Zellen.

auf, färben sich mit Carmin, oder Anilin intensiver, als die adelomorphen Zellen, wahrscheinlich aus dem Grunde, weil sie mehr Albumin enthalten als diese, und weil sie während der Verdauung auch chemisch anderweitig verändert werden.

In der Gegend des Pylorus findet sich ferner eine grössere Anzahl gruppirter Magenschleimdrüsen, die übrigens vereinzelt auch in den übrigen Parthieen des Magens vorkommen.

Es sind dies gleichfalls tubulöse Drüsen, die an ihren Enden oft zwei- und mehrfach verästelt und durchaus mit Cylinder-

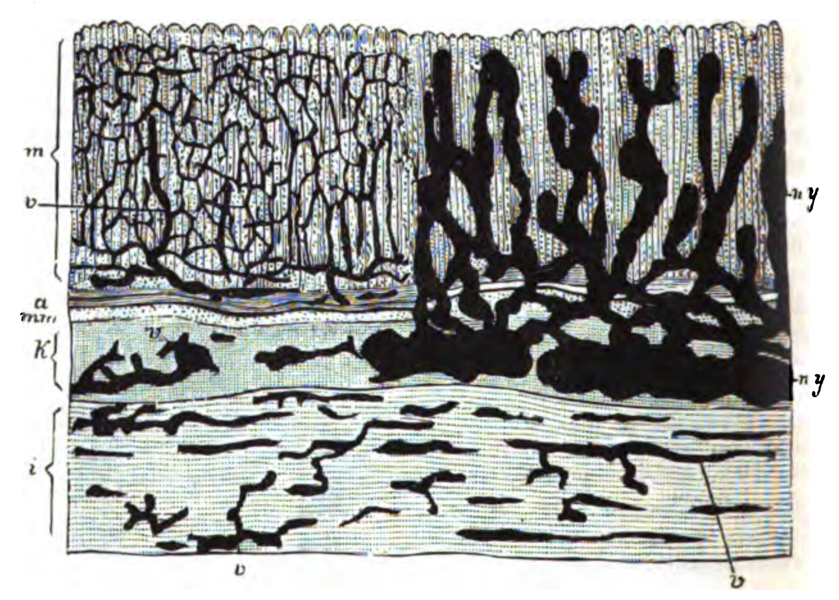


Fig. 61. **Magen der Katze** mit injicirten Blut- und Lymphgefässen (erstere nach der Natur, letztere schematisch nach Frey); *m* = Magenlabzellenschichte; *v* = Blutgefässe; *a* = homogene, glänzende Basalmembran; *mm* = Muscularis mucosae; *k* = submucöses Bindegewebe; *ny* = Lymphgefässe; *i* = Muskelschichte.

epithelzellen ausgekleidet sind (Fig. 60 *C*). Am Uebergange des Pylorustheiles in den Zwölffingerdarm finden wir schliesslich noch tubuloacinöse, die sogen. Brunner'schen Drüsen gleichfalls und durchaus mit Cylinderzellen besetzt.

Unter der Drüsenschichte der Mucosa folgt die eigene Muskelschichte der Schleimhaut, aus zwei, nach Dollinger bei einzelnen Thieren aus drei selbständigen Lagen bestehend (Fig. 61 *mm*).

Unter der Schleimhaut erstreckt sich das aus sternförmigen Zellen gebildete adenoide Bindegewebe, welches jedoch beim erwachsenen Menschen und den meisten Thieren dermassen von

faserigen Bindegewebsbündeln durchsetzt ist, dass dessen adenoide Structur ganz verdeckt wird (Fig. 61 *k*).

Auf das submucöse Bindegewebe folgt eine aus glatten Muskelfasern bestehende doppelte Muskelschichte (*i*); die innere mächtigere umgibt die Magenschleimhaut mit circulären, die äussere geringere mit Längsfasern. Diese beiden Muskelschichten werden untereinander, dann aber auch mit der Muscularis mucosae, durch schräg aufsteigende Fasern verbunden. Zwischen beiden Muskelschichten treffen wir auf kleine Ganglien, von denen man annimmt, dass sie die Magenbewegungen reguliren.

Auf die Muskelschichte folgt dann die seröse Membran, welche ebenso wie beim Oesophagus aus einer faserigen Bindegewebsmembran besteht, und mit einer Endothelzellenschichte belegt ist. Durch die seröse Membran treten Blutgefässe ein, welche sich bis in das submucöse Bindegewebe erstrecken, sich verzweigend und aufwärtsstrebend um die Drüsen herum ein Netzwerk bilden (Fig. 61 *v*), dann abwärts steigend Aeste abgeben, welche sowohl die Muskulatur, als auch die seröse Membran mit Blut versehen.

Eine eigene Anordnung weist das Lymphgefässsystem des Magens auf. Dieses verläuft mit dem Bindegewebe zwischen den Drüsen nach aufwärts und bildet sowohl dort, als auch im submucösen Bindegewebe reiche und dichte Netzgeflechte (Fig. 61 *ny*).

Die Magenfalten sind an der Pylorusgegend unentwickelt und fehlen beim Kaninchen in dieser Region ganz. Die auf die Falten sitzenden Epithelzellen sind nach den übereinstimmenden Untersuchungen von Biedermann, R. Nagy, Ballagi und Mátrai mit den Flimmerhaaren ähnlichen Fortsätzen, sowohl bei einigen Wiederkäuern, als auch beim Frosche versehen, letzteres von Klein bereits 1871 constatirt*). Zwischen den Epithelzellen sind zahlreiche Kelchzellen untergebracht; Heidenhain und Landois halten überhaupt alle im Magen vorkommenden Epithelzellen für letztere.

Unter den verschiedenen Magenabschnitten der Wiederkäuer ist blos der Labmagen (Abomasus) derartig gebaut, wie derjenige von Thieren mit einem Magen. Die Structur der übrigen Magen ist eine histologisch sehr verschiedene.

Der Vormagen (Rumen) zeigt nach unsern Untersuchungen gegen das Lumen vorspringende zahlreiche Leisten (Fig. 62 *R*), welche mit einer theils verhornten, theils weicheren, der Malpighischen Schichte der Haut ähnlichen Epithelschichte (*e*) bekleidet sind. Ebenso erhebt sich das submucöse Bindegewebe (*sz*) in vielen Papillen; er ist ausserdem recht gefässreich (*v* und *h*) und be-

---

*) Zu ähnlichen Resultaten gelangte Verfasser 1870 beim Frosche, der seine Befunde R. Nagy mittheilte.

An dieser Stelle sei auch erwähnt, dass Prof. Davida zu derselben Zeit an einem einzigen Präparate die Bewegungen des Protoplasmafortsatzes einer derartigen Zelle sehen und mir demonstriren konnte.

sitzt eine ausgebildete Muscularis mucosae (*mm*). Zwischen den Falten münden manchmal an der Schleimhaut einzelne verstreute tubuloacinöse Schleimdrüsen (*m*), welche bis zu der unter dem submucösen Bindegewebe liegenden innern Muskelschichte (*b*) herabreichen.

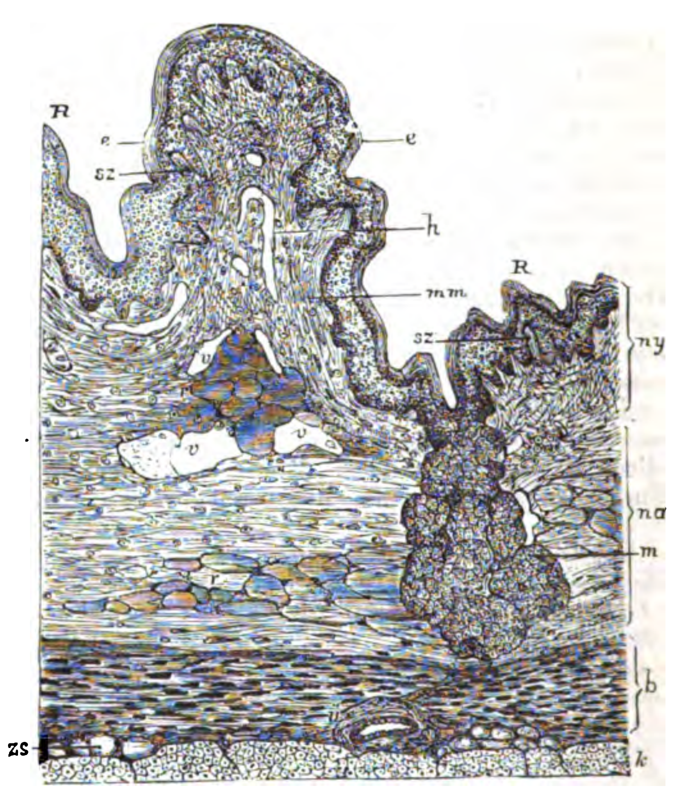


Fig. 62. Querschnitt aus der Wand des Vormagens beim Schafe; bei 80facher Vergrösserung gezeichnet, doch auf 25fache reducirt. *R* = Schleimhautleisten; *e* = Epithelschichte; *sz* = Bindegewebspapillen; *h* = Capillargefässe; *mm* = Muscularis mucosae; *ny* = Schleimhaut; *na* = submucöses Bindegewebe; *m* = Schleimdrüse; *b* = innere, *k* = äussere Muskelschichte; *zs* = Fettzellen; *r* = Querschnitte elastischer Bündel; *a* = Querschnitt einer Arterie; *v* = Blutgefässe.

Auf die innere Muskelschichte folgt dann eine ebensolche äussere (*k*). (Auf der Figur sind beide etwas schmäler gezeichnet) und zwischen diesen finden sich mehrfach Fettzellen eingelagert. Auf der Muskelschichte liegt dann die aus faserigem Bindegewebe und elastischen Fibrillen zusammengesetzte seröse Haut auf (in der Figur ausgelassen).

Der Netzmagen (Reticulum) unterscheidet sich von den eben geschilderten Verhältnissen nach des Verfassers eigenen

Untersuchungen in Wenigem. Die Innenfläche desselben wird gleichfalls vom geschichteten und verhornten Epithelstratum bedeckt, unter welchem eine weichere, in's Bindegewebe zahlreiche Hornzapfen einsenkende Schichte Platz nimmt. Er ist gleichfalls mit zahlreichen Papillen bedacht, deren Grundgerüste aus Bindegewebe besteht und in welche dann (bei grösseren Papillen) je eine glatte Muskelfaserschichte hineinzieht. Neben diesen läuft rechts und links je ein Faserbündel glatter Elemente hinab, das füglich als Muscularis mucosae gedeutet werden kann.

Auf das feinere Bindegewebe der Mucosa (Muscularis mucosae) folgt dann ein gröberes, grossmaschiges Bindegewebslager mit Blutgefässen; hierauf eine doppelte, nach innen schwächere, nach aussen mächtigere Muskelschichte, darauf noch eine Lage mit Fettzellen untermengten Bindegewebes, und schliesslich die Serosa.

Der Buchmagen (Psalter, Omasus) zeigt nach Ellenberger's und unseren Untersuchungen folgende Structur:

Die Oberfläche der Schleimhaut deckt zuerst eine — beim Stehenlassen des Organes leicht abziehbare, aus Zellen gebildete — Hornschichte (Stratum corneum), auf welche eine Lage weicherer Epithelzellen folgt. Nach dieser Schichte kommt die eigentliche Schleimhautschichte (Propria mucosae), ebenfalls mit Papillen versehen; deren Hautschichte jedoch stärker und dicker ist und an einzelnen Stellen gegen das Reticulum gekehrte Stacheln an den Blättern bildet.

Die Propria mucosae besteht aus Bindegewebs- und elastischen Fasern und Blutgefässen. Erstere ist gegen das Epithel zu dichter, doch lockerer; hingegen ziehen von der Muskelschichte bis zum Epithel stärkere elastische Faserbündel, die ein zusammenhängendes Netzgeflecht bilden. Im Bindegewebe finden sich zahlreiche Wander- und sogen. Plasmazellen Waldeyer's (Bindegewebszellen mit windmühlenflügelartigen Fortsätzen) eingelagert. Das Grundgewebe der Papillen besteht aus zartem Bindegewebe mit elastischen Fibrillen; man sieht darinnen vereinzelte oder mehrere glatte Muskelelemente, an Injectionspräparaten auch je eine Gefässschlinge. An die Propria mucosae reiht sich eine querverlaufende Muskelschichte, auf welche lockeres Bindegewebe folgt. In der Mitte des Querschnittes eines Blattes findet man eine einfache Schichte glatter Muskelfasern; Drüsen oder folliculäre Gebilde sind daran nicht nachweisbar. Die submucöse Bindegewebsschichte zeigt grosse Maschen im lockern Gewebe, ist mit Blutgefässen und Nerven durchsetzt; auf diese folgt die innere und äussere mächtige Muskellage, worauf das Ganze mit eingestreuten Fettzellen und der serösen Haut abgeschlossen wird.

Nach Ellenberger gehen die in die Submucosa eintretenden Hauptäste der Blutgefässe schräg durch die Muskelschichte

hinein und verzweigen sich hier in Längsrichtung. Von diesen gelangen grössere Aeste zu den einzelnen Blättern, theilen sich an den Rändern derselben in zwei durch Bögen anastomosirende

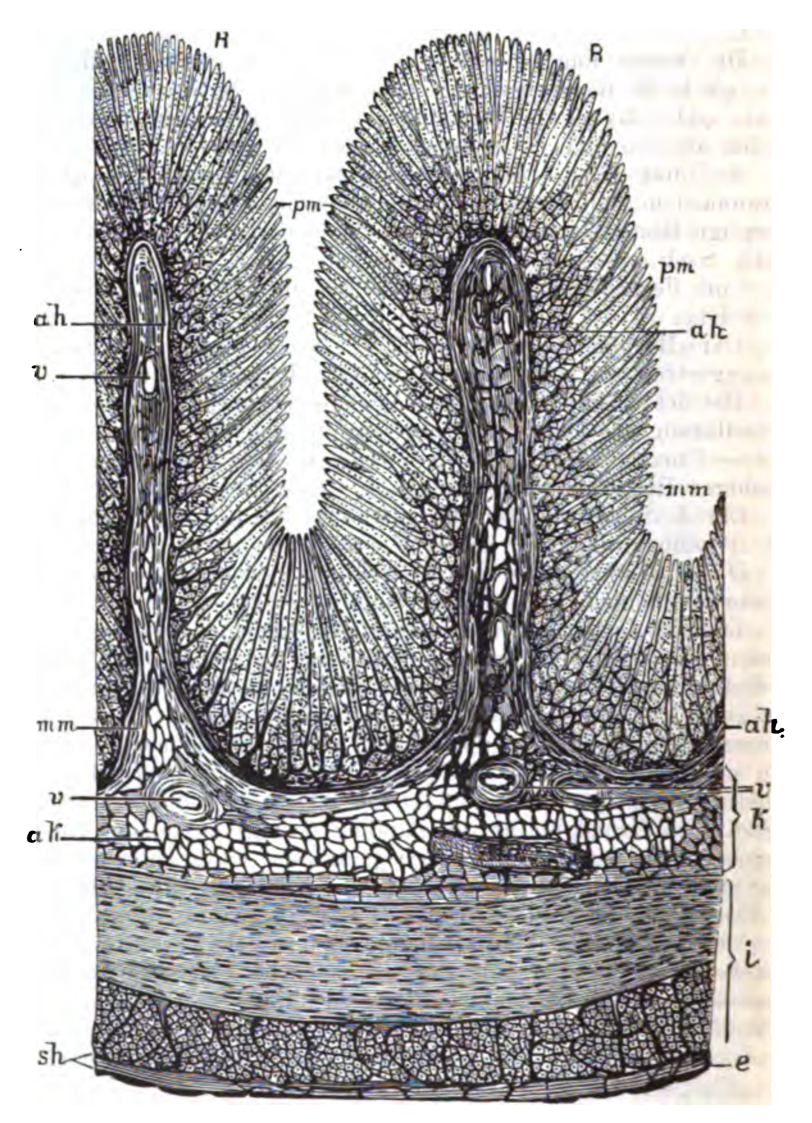


Fig. 63. Querschnitt des Labmagens vom Schafe; bei 120facher Vergrösserung gezeichnet, doch auf 25fach reducirt. *R* = Schleimhautfalten; *pm* = Pepsindrüsen; *ah* = Basalmembran; *mm* = Muscularis mucosae; *v* = Blutgefässe quergetroffen; *k* = submucöses Bindegewebe; *ak* = adenoides Bindegewebe; *i* = inneres und äusseres Muskelstratum; *sh* = seröse Haut; *e* = Endothelzellschichte.

Zweige. Ausser diesen treten kleine Aestchen aus der Submucosa in die Blätter, theilen sich aber bald und zerfallen — mit den Hauptästen anastomotisch — in ein schönes und reiches Capillarnetz, welches unmittelbar bis unter das Epithelstratum reicht.

Die Venen folgen den Arterien und besitzen nach Ellenberger keine Klappen, ausserdem liegen ihre Netze oberflächlicher. Die Lymghgefässe bilden zusammenhängende Lymphcapillarnetze in der Schleimhaut, doch sind sie tiefer belegen, als die Blutgefässe. Einige, mit letzteren zusammenhängende Saftkanälchen sind manchmal durch die mit Wänden versehenen Lymphgefässe injicirbar. Die Stämme der Lymphgefässe sind in der Submucosa untergebracht.

Von den Nerven des Omasus ist bisnun wenig bekannt. Nach Ellenberger kommen in den Blättern einzelne ganglienartige Anschwellungen vor, einzelne der Nervenfasern endigen auch in langgestreckten spindelförmigen Auftreibungen. Zwischen den Muskelschichten finden sich gleichfalls Nervengeflechte, doch ohne spindelförmige Endäste. An einzelnen Stellen beobachtete Ellenberger multipolare, in Haufen stehende, durch Fortsätze miteinander verbundene Nervenzellen.

Der Labmagen (Abomasus) (Fig. 63) zeigt nach unseren Untersuchungen folgende Structurverhältnisse:

Die Schleimhaut desselben besitzt zahlreiche kleinere und grössere Falten (*R*), auf deren Höhe die Ausführungsgänge der Pepsindrüsen (*pm*) münden. Die Drüsenschichte wird von dem Bindegewebe der Mucosa durch eine, bei dem Magen der Katze bereits entdeckte (Fig. 61, *a*) glänzende dicke und homogen erscheinende, einer Basalmembran ähnliche Schichte (*ah*) abgetrennt. In der Mucosa verlaufen glatte Muskelelemente (Muscularis mucosae). Das submucöse Bindegewebe ist aus deutlich ausgeprägter, mit Faserzügen durchwebter, grobmaschiger adenoider Bindesubstanz (*ak*) gebildet, auf welche zwei dicke Muskelschichten (*i*) folgen. (Beide in der Zeichnung schmäler dargestellt.) Die äussere Muskelschichte wird durch die mit Endothelzellen belegte seröse Haut (*sh*) abgegrenzt.

Der Unterschied des Labmagens der Wiederkäuer mit demjenigen der Thiere mit einem Magen verglichen, beruht demnach hauptsächlich auf Gestalt- und Grösseveränderungen, während deren übrige Structur beinahe übereinstimmt.

Verdauende Eigenschaften der im Magen producirten Säfte.

Das Secret des Magens ist aus Wasser, aus im Wasser löslichen, verschiedenen Substanzen, Magenschleim und -Saft zusammengesetzt.

Der Magenschleim ist ein mucinhaltiger, fadenziehender Stoff, der in den Schleimdrüsen und wahrscheinlich aus den Cylinderzellen und vielleicht auch aus den Hauptzellen (den adelomorphen Zellen) der Pepsindrüsen erzeugt wird.

Das specifische Gewicht des Magensaftes beim Menschen beträgt 1·001—1·010, beim Hunde 1·005 und enthält ausser Wasser verschiedene Salze (zumeist Chloride) und einen N-haltigen Fermentstoff, den schon Schwann als Pepsin benannte und der zusammen mit der im Magen sich bildenden Salzsäure (beim Menschen 0·02, beim Hunde 0·3 %, als einzige anorganische Säure im thierischen Organismus) auf die Albuminstoffe eine stark verdauende Wirkung äussert. Im Magensafte des Menschen beträgt das Pepsin 0·3, beim Hunde 1·7 %.

Vom Magenschleim wurde angenommen, dass er keine verdauende Eigenschaften entwickelt; aus neueren Untersuchungen (Wittich, Ebstein, Klemensiewicz, Heidenhain u. A.) erhellt jedoch, dass derselbe dennoch fibrinverdauende Eigenschaft besitze.

Klemensiewicz und Heidenhain lösten vom Pylorus eine sackartige Parthie ab, und nähten dieselbe in die Bauchwunde ein, wodurch sie unter allen Forschern am reinsten den alkalischen, glasartigen Magenschleim erhielten, der auf Salzsäurezusatz Fibrinverdauung energisch einleitet.

Das Pepsin wird wahrscheinlich durch die Hauptzellen der Magensaftdrüsen (die sogen. adelomorphen Zellen) erzeugt. Nach der Nahrungseinnahme schwellen diese Zellelemente in kurzer Frist auf, sind hingegen gegen das Ende der Verdauung klein und granulirt (Heidenhain), um mit Schluss derselben sich wieder zu vergrössern. Die delomorphen Zellen sind während des Fastens klein, werden in der sechsten Stunde der Verdauung oder gar nach 9 Stunden grösser, als die adelomorphen, und sind am Ende der Verdauung wieder klein geworden.

Die Salzsäure wird nach Heidenhain von den delomorphen Zellen geliefert, und zwar angeblich unter Mithilfe von Milchsäure. Maly's interessanter Versuch, wonach bei Einwirkung von Milchsäure das Kochsalz unter Bildung von freier Salzsäure zerfällt, spricht sehr für die Wahrscheinlichkeit dieser Annahme. Im Hungerstadium wird keine Salzsäure abgesondert.

Die Menge des secernirten Magensaftes ist wohl eine beträchtliche, doch nicht mit Gewissheit festzustellen. Bidder und Schmidt fanden die tägliche Menge des aus einer Fistel beim Hunde ausfliessenden Secretes als 100 Gr. auf 1 Kil. Körpergewicht. Für den Menschen beträgt dieselbe — nach vergleichenden Berechnungen der Untersuchungsergebnisse beim Hunde — etwa

$^1/_{10}$ des Körpergewichtes, demnach 6·5 Kgr., doch scheint diese Ziffer zu niedrig gegriffen.

Die Zusammensetzung des Magensaftes nach Schmidt ist folgende:

Bestandtheile	Magensaft vom Hunde ohne Schleim	Magensaft vom Hunde mit Schleim gemengt	Magensaft vom Menschen mit Schleim gemengt
Wasser	973·062	971·171	994·610
Ferment	17·127	17·336	3·016
Salzsäure	3·050	2·337	0·217
Chlorkalium	1·125	1·073	0·570
Chlornatrium	2·507	3·147	1·345
Chlorcalcium	0·624	1·661	0·092
Chlorammonium	0·468	0·573	—
Phosphors. Kalk (mit phosphors. Magnesium und Säure)	2·037	2·738	0·150
Gesammtmenge der festen Bestandtheile	26·938	28·829	5·390

Nach einer zweiten Analyse von Schmidt sind im Magen vom Hunde und vom Schafe gefunden:

Bestandtheile	Hund	Schaf
Wasser	973·062	986·143
Organische Substanzen	17·127	4·055
Salzsäure	3·050	1·234
Chlorcalcium	0·624	0·114
Chlornatrium	2·507	4·369
Chlorkalium	1·125	1·518
Chlorammonium	0·468	0·473
Phosphorsaurer Kalk	1·729	1·182
Phosphorsaures Magnesium	0·226	0·577
„ Eisen	0·082	0·331

Die verdauende Eigenschaft des Magensaftes ist nunmehr genauer erforscht. Aeltere Physiologen beschafften solchen auf sehr primitive Weise. Réaumur liess von körnerfressenden Vögeln kleine, an den Seiten mit Oeffnungen versehene und mit zerkleinerten Nahrungsmitteln gefüllte Silberkugeln schlucken. Nach einige Stunden dauerndem Abwarten wurden die Thiere geschlachtet, der Magen aufgeschnitten und gefunden, dass die in den Kugeln befindlichen Nahrungsmittel verdaut waren. Da aber bekanntlich der Muskelmagen körnerfressender Vögel auf die Nahrungsstoffe auch mechanisch einwirkt, so musste, um den Versuch rein darzustellen, das Experiment mit Raubvögeln angestellt werden.

Diese bekamen auf Bindfaden gebundene Schwämme zum Schlucken, welche später wieder herausgeholt und durch Ausdrücken vom enthaltenen Magensafte befreit wurden, mit welchem man ausserhalb des Organismus Verdauungsversuche anstellte. Ebenso wurden denselben kleine, mit Löchern versehene und mit Speisen gefüllte Röhrchen eingegeben. Nach etwa 24 Stunden erbrachen die Thiere, — wie sie im Allgemeinen ihnen unverdauliche Substanzen (Haare, Federn) auswerfen; — doch waren die ein-

geschlossenen Fleischstücke, aber auch Hühnerknochen vom Raubvogelmagen verdaut.

Der Schotte Dr. Stevens machte ähnliche Versuche am Menschen. Er verband sich zu diesem Zwecke mit einem Gaukler, der im Stande war, verschluckte Steinchen wieder herauszugeben. Er liess denselben durchlöcherte und mit Speisen gefüllte Röhrchen und Kugeln verschlucken, und untersuchte dieselben, nachdem sie der Mann nach mehreren Stunden wiedergab. Er kam zu gleichen Resultaten, wie Réaumur bei Raubvögeln.

Später stellten Spalanzani, Tiedemann und Gmelin mit aus grösseren Thieren gewonnenem Magensafte Verdauungsversuche ausserhalb des Organismus an.

Eine bestimmte Grundlage erhielten alle diese Versuche erst, als die Wirkung des Magensaftes an mit Magenfisteln behafteten Menschen oder Thieren angestellt wurden. Dr. Helm in Wien benützte zu diesem Zwecke eine an Magenfistel leidende Frau; Beaumont einen canadischen Jäger, der ebenfalls eine Magenfistel infolge einer Schusswunde erlitten, indem er verschiedene Fleischstücke in den Magen seines Patienten legte und deren Verdauungszeit bestimmte. Aus diesen Experimenten wurde festgestellt, dass Rindfleisch binnen 3, Kalbfleisch in 6—8, Schweinefleisch in 7, Ferkelfleisch in 2, Rehfleisch aber in 4—5 Stunden im Magen der Versuchsperson verdaut wurde.

Bassow, ein russischer Arzt, kam auf den Gedanken, dass durch eine auf operativem Wege gebildete Fistel sowohl verschiedene Nahrungsmittel in den Magen eingebracht werden könnten, ja auch Magensaft erhalten werden dürfte. Er führte die Operation aus und machte seine Versuche mit Nahrungsmitteln, die er in Tüllsäckchen durch die Fistel in den Magen versenkte; aber auch er kam damit nicht weiter, als seine Nachahmer Blondlot und Bardeleben, deren Resultate über die — auf primitive Art — durch Réaumur gewonnenen nicht hinausgehen, und zwar im Ganzen: dass der Magen allerdings gewisse Nahrungsmittel und diese in wechselnden Zeiträumen verdaut.

Eine Magenfistel wird auf folgende Weise angelegt: Der für das Experiment bestimmte Hund wird erst reichlich gefüttert und getränkt; nach $^1/_2$—$^3/_4$ Stunden wird demselben unter dem Processus xyphoideus mit etwa 4 Cm. langem Längsschnitte die Bauchhöhle eröffnet, und der ausgespannte Magen an die Bauchwunde angenäht, welche ringsum an den Magen sich anlöthet; die Mitte des angenähten Stückes jedoch gangränescirt und bildet eine Oeffnung. Diese kann mit einem Korkstöpsel geschlossen werden, oder es wird eine Silbercanule mit Sperrhahn daran fixirt. Durch die Canule kann beliebig Magensaft abgelassen, aber auch durch dieselbe Tüllsäckchen mit Speisen gefüllt eingelegt und so der Verdauungsprocess daran studirt werden.

Die Kenntniss über den Verdauungsprocess machte jedoch erst bedeutendere Fortschritte, seitdem man künstliche Verdauungsversuche in sogen. Verdauungsöfen anstellt. Ein solcher Apparat ist äusserst praktisch durch Kronecker construirt und in Fig. 64 abgebildet, mittelst welchem das Experiment ebenso, als im Magen ausgeführt, dabei jedoch die Verdauungsproducte und deren chemische Charaktere genau untersucht und festgestellt werden können. Zu diesem Zwecke wird die Verdauungsflüssigkeit aus dem Magen des geschlachteten Thieres auf künstliche Weise bereitet.

Die Schleimhaut des Magens eines Thieres (Hund oder Schwein) wird mit dem Messer abgeschabt und mit etwa 2·5 Liter 1%iger Salzsäurelösung übergossen; bleibt nun durch 10—12 Stunden darin stehen und wird danach die davon abgegossene Flüssigkeit durch ein Papierfilter filtrirt. Während dieses Processes extrahirt die Salzsäure das in den Schleimhautdrüsen befindliche Pepsin und stellt eine dem natürlichen Magensafte gleiche Flüssigkeit dar.

Der Verdauungsapparat (Fig. 64) besteht aus einem Blechgefässe, mit oberem abnehmbarem Theile und Raum für 6—8 eingelassene Glasgefässe (*a*), in welche der zu verdauende Stoff und die Verdauungsflüssigkeit hineingebracht wird. Im Blechgefässe ist Wasser (*V*) zur gleichmässigen Erwärmung der Glasgefässe sammt dem Inhalte.

In das Wasser des Blechgefässes reicht ein Thermometer (*t*) durch eine Oeffnung im Deckel; während durch eine zweite, ebendaselbst befindliche Oeffnung ein Gasregulator (*r*) angebracht ist. Letzterer ist dermassen stellbar, dass die Temperatur (zu unseren Zwecken 38° C.) stets die gleichmässige sei. Der unter das Blechgefäss gestellte Gasbrenner (*g*) dient zum Erwärmen des Wassers.

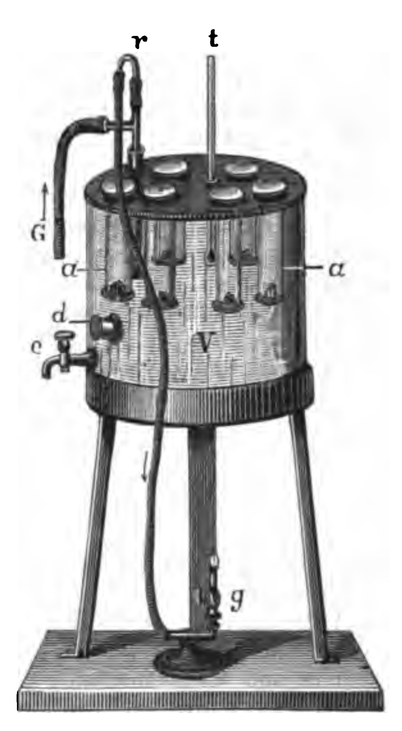


Fig. 64. Der Kronecker'sche Verdauungsofen armirt. *a* = in das Wasserreservoir (*V*) eingelassene u. mit Verdauungssafte u. Nahrungsmitteln gefüllte Glasgefässe; *c* = Hahn zum Ablassen des Wassers; *G* = Kautschukrohr für Leuchtgas; *r* = Gasregulator; *g* = Gasbrenner; *t* = Thermometer.

Aus den im Verdauungsapparate vollführten Versuchen stellt sich heraus, dass die Verdauungsflüssigkeit nur die Eiweissstoffe verdaut; die leimgebenden Substanzen werden darin gelöst, die Fette in kleinere Partikel vertheilt, und die Milch — unter Fällung von Caseïn — gerinnt. Stärkemehl (Amylum), Gummi und Wachs bleiben vom Magensafte unberührt; ersteres wird nur durch den in den Magen eingebrachten Speichel umgewandelt.

Die eiweissartigen Substanzen (besonders Fibrin) gehen im Magensafte zuvor in Syntonin über, und verändern sich dann in verdautes Albumin, in sogenannte Peptone. Diese Umwandlung der Eiweissstoffe ist schon aus dem Grunde sehr wichtig, weil die Peptone sehr leicht resorbirt werden; während

die Eiweissstoffe, wie bekannt, kaum oder geradezu nicht durch die thierischen Membranen diffundiren. Man unterscheidet a-, b-, c-, oder Para-, Meta- und Dispepton. Einige betrachten diese verschieden benannten Peptone als Verdauungsgrade des Peptons, Andere hinwieder sind mehr geneigt, in ihnen Zersetzungsproducte zu erblicken. Die verschiedenen Peptone unterscheiden sich durch ihre chemische Reaction voneinander, so ist z. B. für das von Meissner a-Pepton oder Parapepton genannte verdaute Albumin charakteristisch, dass es aus sauren Lösungen mit Salpetersäure, ebenso mit Ferrocyankalium einen Niederschlag bildet; das b- oder Dispepton gibt mit Salpetersäure wohl keinen, aber mit Ferrocyankalium versetzt einen Niederschlag; das c- oder Metapepton wird weder durch Salpetersäure noch Ferrocyankalium niedergeschlagen. Nach Brücke sind diese Substanzen aus zweierlei Stoffen zusammengesetzt, von denen der eine in Wasser (Hydrophyr), der andere in Wasser und Alkohol löslich ist (Alkophyr).

Unter Peptonen versteht man jene Albuminmodificationen, welche nach ihrer Resorption — sie mögen in Eiweiss übergeführt werden oder nicht — die durch den Stoffwechsel verbrauchten Eiweissstoffe, oder abgenutzten Theile der Gewebe zu ersetzen berufen sind. Aus den gemeinsamen Untersuchungen von Plósz und Gyergyay, und den einzeln von Adamkiewicz und Maly ausgeführten Experimenten stellte es sich heraus, dass man an mit reinem Pepton genährten Thieren nicht nur die Aufrechterhaltung ihres Zustandes, sondern noch eine Gewichtszunahme aufweisen konnte. Ja Chatillon gelang der Nachweis, dass 1·11 Gr. auf künstlichem Wege dargestelltes Fleischpepton auf je 1 Kgr. Körpergewicht gerechnet, genügend zur Erhaltung des N-Gleichgewichtes ist. Ob die Peptone diese Aufgabe nach ihrer Resorption als Peptone oder rückgebildet als Albuminate ausführen, ist bisnun unentschieden; es sprechen sowohl für die eine, als die andere Annahme mehrfach gewichtige Gründe und Experimente.

Durch Versuche konnte ferner constatirt werden, dass die Salzsäure und das Pepsin gesondert keine verdauende Eigenschaft in der Art entwickeln, als zusammengenommen; doch kann die Salzsäure durch eine andere Mineral- oder Pflanzensäure substituirt werden, so durch Milchsäure, die in den seltensten Fällen im Magen fehlt. Die Salzsäure, als im Magen constant vorfindlich, entsteht wahrscheinlich durch eine sich in den Drüsen abspielende Elektrolyse aus den Chloriden der Nahrungsmittel.

Wenngleich das Pepsin mit jeder Säure verdauende Wirkung ausübt, so ist diese — wie aus zahlreichen Experimenten unwiderleglich erwiesen — am stärksten in Verbindung mit Salzsäure. Das Pepsin kann auch rein dargestellt werden. Das käuf-

liche Pepsin ist aber gewöhnlich nur das Pulver von getrockneten Kälberlabmagen und mit Stärkemehl zum Zwecke leichterer Conservirung gemengt.

Eiweiss verdauende Pflanzen. Eine der interessantesten Entdeckungen Darwin's ist diejenige, dass einzelne Pflanzen Albumin verdauen. Diese besitzen an den Blättern Tastfortsätze, an welchen Drüsen ausmünden, wie z. B. die Drosera. Sobald nun ein kleineres Insect auf's Blatt fliegt, so erfassen es die Taster, die Drüsen übergiessen es mit Verdauungssaft und das Thier wird — bis auf das unverdauliche Chitinskelett — verdaut. Der Drüsensaft enthält ein pepsinartiges Ferment und Ameisensäure. Die Ausbuchtungen der umgewandelten Blätter von Dionaea, Pinguicula und Nepenthes functioniren auf ähnliche Weise.

Das Wiederkäuen (Ruminatio).

Unter Wiederkäuen (Ruminatio) versteht man den der Magenverdauung vorangehenden Process bei den Wiederkäuern. Dabei wird die, durch die Zähne oberflächlich verkleinerte Speise herabgeschluckt, und nach einer im Magen erfolgten gewissen Umwandlung vor der endgiltigen Verdauung in bestimmten Zeiträumen zu Kugeln geballt, wieder in die Mundhöhle befördert (regurgitirt), um hier abermals vermahlen und eingespeichelt und dann behufs totaler Verdauung wieder herabgeschluckt zu werden.

Die Rumination kommt vielen Thieren eigenthümlich zu, und zwar ausser den eigentlichen Wiederkäuern finden wir hindeutend im Magen eine Rinne (Oesophagealrinne) bei einigen Beutelthieren (Känguruh, Faulthier mit zusammengesetzten Magen) und einigen Rosores (Hypudaeus). Auch bei Menschen ist das Wiederkäuen beobachtet, wovon bei Fabricius d'Aquapendente und Peyer Belege zu finden. Der italienische Arzt Faber beschrieb die Oesophagealrinne zuerst; in Perrault's Beschreibung ist dem genannten Organe die Bestimmung für die Rumination zugeschrieben. Flourens constatirte auf experimentellem Wege den Grund des Wiederkäuens; die diessbezüglichen Untersuchungen wurden durch Haubner bestätigt*).

Den Mechanismus der Rumination meinten die Aelteren auf folgende Art zu Stande gebracht: Nach Peyer gelangt die gekaute und verschluckte Speise in den Vormagen, um dort bis zur Rumination zu verbleiben; welche Ansicht von Duverney, Perrault und Haller getheilt wurde. Camper meinte, dass die Speise zugleich in den Vor- und Netzmagen gelange; doch waren die meisten Forscher entgegengesetzter An-

*) Die Thätigkeit des Wiederkäuens wird von einzelnen Autoren sehr vielen Thieren zugeschrieben. Unter den Menschen soll ein Edelmann aus Padua eine Stunde nach der Mahlzeit unwillkürlich, aber mit grossem Genusse wiedergekäut haben. Dasselbe wird von einem Benedictinermönche erzählt, der später an Phthisis starb. Die Autopsie ergab keine Anomalie des Verdauungstractes. Zahlreiche Fälle sind von Perrault und Colin beschrieben; letzterer sah den Process an einem seiner Hörer aus Alfort.

sicht, bis Flourens durch einfache, aber lehrreiche Experimente Licht in die Sache brachte.

Er fütterte ein Schaf mit Lucerner-Klee und liess es sofort schlachten. Der grösste Theil des Futters fand sich im Vormagen, ein kleinerer Theil im Netzmagen vor. Psalter- und Labmagen enthielten nicht die Spur davon. Dasselbe Resultat trat bei Fütterung mit Hafer in einem zweiten Falle ein. Bei einem dritten Versuche wurden verkleinerte Wurzelgewächse durch den Oesophagus mittelst einer eisernen Röhre eingeführt; die Stücke fanden sich in den ersten zwei Mägen vor. In einem vierten Falle wurde dem Thiere das vorige Futter als feiner Brei eingeführt und fand sich solches bei dem rasch darauf getödteten Thiere in allen vier Mägen.

Die Circulation der Nahrung studirte ferner Colin auf dem Wege des Experimentes folgenderweise: Er brachte seinen Arm in eine an der Seite des Thieres in der Nähe der Cardia gebrachte Oeffnung und fand beim Austasten, dass die Futterballen einmal in den Anfang des Vormagens, dann aber wieder in den Netzmagen gebracht wurden und dass diese Kugeln oval und grösser, als ein Hühnerei waren. Die aus Hafer und Wurzelgewächsen gebildeten Kugeln nahmen ebenfalls denselben Weg, doch konnte sich Colin überzeugen, dass sie von einem Magen in den andern übergingen.

Nach den Untersuchungen von Flourens steht es fest, dass das grobe Futter sowohl in den Vor- als Netzmagen, hingegen gut vertheiltes Futter, breiartige und flüssige Stoffe in alle vier Magen schnell nacheinander gelangen.

Flüssigkeiten werden im zusammengesetzten Magen auf dieselbe Weise befördert, als in Flüssigkeiten suspendirte Nahrungsmittel. In die zwei ersten Magen gelangt, werden sie hier weiter gebracht und ergiessen sich durch die Magen- oder Oesophagealrinne in den Netz- und von hier darauf in den Labmagen.

Ueber die Erklärung des Herabgelangens von Flüssigkeiten weichen die Ansichten der Forscher auseinander. So nahm Faber, der die Oesophagealrinne bei den Wiederkäuern zuerst beschrieb, an, dass in den Magen eingebrachte Milch zwischen beiden Lamellen der Rinne geradeaus in den Labmagen gelangt. Duverney, der auch andere Flüssigkeiten in das Bereich der Untersuchungen mit einbezog, meinte, dass diese in den Psalter gleichfalls einströmen, wo sie das Trockenfutter zu lösen haben; hingegen die ersten zwei Magen nicht erfüllen, wo ihre Gegenwart ohnedem unnütz wäre. Perrault war der Ansicht, dass das Wasser bei dem ersten Magen vorbei gleich in den zweiten und dritten gelange. Das Irrthümliche dieser Ansichten hat Peyer dargestellt, indem er bewies, dass ein Theil des Wassers über dem Rand der Oesophagealrinne in den Vormagen hineinfliesst. Girard vertrat die Annahme, dass ein Theil von Flüssigkeiten in den Vormagen, ein zweiter in das Reticulum und nur ein kleiner dritter Theil direct in den Labmagen gelangt.

Flourens führte den Nachweis, dass Flüssigkeiten zugleich alle vier Mägen erfüllen; und zwar dadurch, dass er an jedem Magen eine Oeffnung anbringend, aus sämmtlichen das Ausrinnen der Flüssigkeit beobachten konnte, wenn das Thier Wasser zu sich nahm.

Ferner lehrten Colin's an Stieren angestellte Versuche zu öfters, dass das Wasser geradeaus in grosser Menge in den Vormagen gerieth. Wurde das Thier getränkt, so nahm er durch die an der Seite und dem Vormagen angebrachte Fistelöffnung wahr, dass die Futtermenge sich gegen die linke Hemisphäre des Vormagens staute, d. h. es sammelte sich das Wasser zwischen der rechten Seite des Organes und der Futtermasse. Auf starkes

Drücken und Bewegen des Rumen-Inhaltes vermischte sich der letztere und schwamm in der Flüssigkeit. Hierauf führte Colin seine Hand bis zum Anfang der Cardia ein. Wenn man das Thier tränkte, so schlug die Wassermasse mit Kraft in den Vor- und den Netzmagen. Der letztere füllte sich rasch an, und als das Wasser die Höhe der Scheidewand zwischen den beiden ersten Magen erreichte, überrann es in den Vormagen, denselben füllend. Mit den Fingern tastend, konnte Colin an der Rinne auch die Menge Wassers constatiren, welche direct in den Buch- und Labmagen floss. Energische Contractionen des Netzmagens änderten insoferne die Sachlage, als ein Theil seines Inhaltes in den Vor-, der andere Theil in den Buchmagen (Psalter) überströmt. Die Strömung des Wassers kann während des Saufens eine sehr rasche sein, so dass binnen 15—16 Secunden auch 10 Liter Wasser in den Magen gelangen; bei langsamer Strömung kommt binnen 6—7 Secunden kaum ein Liter hinein und auch der geht in den Netzmagen (Colin).

Die Regurgitirung der Nahrungskugeln beim Wiederkäuen ist das Product einer Muskelaction. Nach Duverney wäre der sich contrahirende Vormagen das Organ für die Rejection, welcher Ansicht sich Peyer anschloss. Nach Perrault würde der Oesophagealrinne die Aufgabe zufallen, die grösseren Futtermassen in kleine Ballen zu formen.

Daubenton vertritt die Ansicht, dass das Futter von dem Vormagen in den Netzmagen gelange, hier durch Contraction des Organes die Futterballen gebildet und durch die Speiseröhre in die Mundhöhle rejicirt werden. Doch bewies Flourens die Unrichtigkeit des eben Gesagten, indem er einen Theil des Netzmagens vom Schafe ausschnitt und den zurückgebliebenen Theil in die Hautwunde hineinheilte. Der Netzmagen wurde darauf unempfindlich, contrahirte sich nicht, konnte demnach auch keine Futterballen bilden; das Thier ruminirte trotzdem weiter.

Flourens machte noch folgende weitere Versuche. Die Speiseröhre eines Schafes wurde in der Mitte des Halses der Länge nach etwa in der Mittellinie aufgeschlitzt, damit man die eventuell rejicirten Futterballen auffangen könne. Das Thier wiederkäute jedoch nicht weiter und wurde nach 3—4 Tagen geschlachtet. Hiebei fand sich im Vormagen keine Flüssigkeit, das Futter darinnen war ausgetrocknet. An der Oesophagealöffnung des Magens fand sich jedoch ein vollkommen runder Futterballen vor, der den Oesophagus verschloss und zwischen die Oesophagealrinnen-Falte eingekeilt war.

Ein zweites, derselben Operation unterworfenes Schaf stellte gleichfalls das Ruminiren ein; es wurde nach zwei Tagen geschlachtet. Der Futterinhalt des Vormagens war hart; der Netzmagen leer. In der Oesophagealrinne fand sich ein blos halb gebildeter Futterballen vor, dessen eine Seite der geschlossenen Oeffnung des Oesophagus, die andere der des Buchmagens (Blättermagens, Omasus) entsprach. Daraus erhellt, dass die Bildung der Futterballen durch die zwei Oeffnungen und zum Theile durch die Rinne erfolgt.

An einem dritten, ebenso operirten Schafe blieb die Rumination nicht aus; die Futterballen entfielen der operirten Oesophagusöffnung und waren saftig, weich, etwas gestreckt. Nach einigen Tagen wurde das Thier geschlachtet und man fand an der Stelle der Oesophagealrinne eine gleichmässige runde Futterkugel.

Flourens erklärt auf Grund seiner Experimente das Zustandekommen der Futterballen auf folgende Art. Der Futter-

ballen wird von der Rinne, dem Oesophagus und der obern Oeffnung des Buchmagens gebildet und zwar dadurch, dass die Contractionen der beiden ersten Magen die darin befindlichen Futtermengen in die Rinne drängen. Die Wände dieser ziehen sich nun zusammen, nähern die Oesophagus- und Buchmagenöffnungen einander; diese stellen für einen Moment ihre Function ein, und indem sie sich einander nähern, wird von der Futtermenge ein Stück abgetrennt und abgestossen, wodurch dann der Futterballen gebildet wird. Uebrigens beschränkte sich Colin nicht nur auf experimentelle Resultate, sondern verfolgte den Process auch unmittelbar, in der Weise, dass er in's Hypochondrium des Stieres einschnitt, den ersten Magen eröffnete und dann die Magenwundflächen in die Bauchwunde einheilte, wobei vorsichtig das Eintreten von Nahrung in die Bauchhöhle hintangehalten wurde. Nun führte er die Hand in den vordern Abschnitt des Vormagens und vernähte dann auf diesem Wege beide Lamellen der Oesophagealrinne mittelst fortlaufender Naht miteinander. Dann applicirte er noch drei Metallnähte und zwar eine an der Cardia, die zweite an der obern Oeffnung des Buchmagens und die dritte an der Mitte der halben Rinne und schloss hierauf die Vormagenwunde ganz.

Das Thier war einen Tag krank und verweigerte die Nahrung, frass jedoch am zweiten Tage, begann am dritten zu ruminiren und wiederkäute recht lange. Nach dem Abschlachten desselben stellte es sich heraus, dass die Lamellenränder der Rinne sich gegenseitig berührten und gut verwachsen waren. Ein zweiter ähnlicher Versuch ergab das gleiche Resultat. Daraus folgert nun Colin, dass die Magenrinne bei der Bildung der Futterballen nicht intervenirt, dass dazu die Contractionen des Vor- und Netzmagens genügend seien und auch durch dieselben aus dem Oesophagus die Ballen in die Mundhöhle behufs erneuerter Zerkleinerung und Einspeichelung befördert werden.

Colin hat ferner gefunden, dass beim Lama statt einer doppellamellösen Rinne blos eine einfache Falte vorhanden ist, welche beim Dromedar noch stärker ausgeprägt erscheint. Diese Thatsache spricht ebenfalls für seine Behauptung.

Die Action des Vor- und Netzmagens wird durch das Diaphragma und die Bauchwände unterstützt, wie diess von Peyer, Duverney und Flourens bewiesen worden ist.

Während der Rumination bleiben die Thiere zumeist liegen, sind unlustig, faul, oft auch schläfrig. Während des Gehens erfolgt das Wiederkäuen unvollständig, während des Laufens pflegen es die Thiere ganz zu unterlassen.

Die folgende Zusammenstellung (nach Colin) zeigt die Anzahl der Kieferbewegungen zum Zwecke des Kauens der Futterballen.

Thier	Kieferbewegung für 10 Futterballen										Summe	Mittelwerth
Ochs (6jährig) . . .	44	49	48	53	50	51	50	58	49	57	509	51
„ (5jährig) . . .	61	58	63	47	62	59	59	56	48	55	568	56
Kuh (15jährig) . . .	85	85	48	72	83	37	35	74	69	60	648	64
Ochs (20 Monate alt)	67	94	96	74	64	66	80	82	83	72	778	77
Kalb (12 Monate alt)	92	74	95	96	79	80	80	75	98	87	856	85
„ (6 Monate alt) .	93	90	89	84	73	72	92	83	78	92	846	84
Widder	45	66	43	66	26	36	35	39	72	78	506	50
Bison	41	42	47	43	46	44	41	45	46	43	438	43
Büffel	38	43	42	43	36	45	33	41	47	51	419	41
Dromedar	45	47	48	46	42	47	38	52	39	50	460	46
Hirsch (Bock) . . .	58	63	41	41	53	47	44	50	51	47	495	49
„ (Kuh) . . .	34	35	38	39	39	33	29	33	33	36	349	35
Gazelle	37	35	36	35	30	40	39	33	35	40	360	36
Lama	66	69	70	69							274	27

Die Ursachen der Sistirung des Wiederkäuens sind sowohl Krankheitsprocesse, der Genuss giftiger oder narcotischer Pflanzen, Gasansammlung im Magen u. s. f.; wenn ein Wiederkäuer die Rumination einstellt, so ist das Thier in der Regel krank. Bei doppelseitiger Durchtrennung des Vagus wird nach Hartung die Rumination sistirt; einseitiges Durchschneiden der Nerven bringt sie vorübergehend zum Stocken.

Die physiologische Function des dritten oder Blättermagens (Omasus) der Wiederkäuer ist bisnun nicht mit Sicherheit gekannt; speciell fehlt noch der Nachweis dessen, ob dieser Magen Verdauungssaft abgibt und im positiven Falle welche Rolle derselbe zu erfüllen hat, oder ob derselbe blos als Resorptionsorgan functionirt, schliesslich ob seine Aufgabe lediglich in der Verkleinerung des Futters bestehe? Diessbezüglich liegen interessante Untersuchungen von Ellenberger vor, die wir der Wichtigkeit des Gegenstandes wegen in Kürze anführen wollen.

1. Der Blättermagen hat keine secernirende Function;

2. die in demselben sich abspielenden chemischen Vorgänge hängen lediglich von verschlucktem Speichel und den fermentativen und faulenden Processen im Vormagen ab;

3. der Blättermagen ist ein Zerkleinerungsorgan, in welchem die Futterstoffe vermöge seiner Construction zermalmt, zertrümmert werden;

4. seine Function hängt von einem automatischen Centrum ab;

5. die Schleimhaut desselben hat keine für Resorption eingerichtete Structur, ist schwer diffundirend und kommt die Consolidirung der Futterstoffe kaum durch die durch denselben bedingte Aufsaugung zu Stande.

6. Sein Inhalt ist stets trockener, als der der übrigen Magen. Flüssigkeiten überströmen durch seine Apertur direct in den Lab-

magen, ohne sich zwischen die durch denselben gebildeten Fächer zu vertheilen; andererseits werden die Flüssigkeiten der Futterstoffe theils durch die Bewegungen des Buchmagens in den Labmagen getrieben, theils fliessen sie spontan hinein. Die Wasseraufsaugung in demselben ist eine äusserst geringe.

Die Nahrungsstoffe verweilen so lange im Magen, bis sie zu sogen. Speisebrei (Chymus) umgewandelt sind. Dann öffnen sich die Schliessmuskeln des Pylorus und der Chymus geht durch denselben in den Dünndarm über, in welchem er so lange verbleibt, bis seine Umwandlung zu Milchsaft (Chylus) erfolgt ist.

Chemische Processe im Magen.

Wie aus Obigem ersichtlich, besitzt der Magensaft in grossem Massstabe die Eigenschaft, Eiweissstoffe in Peptone umzuwandeln. An diesem Verdauungsprocesse nimmt aber auch der Speichel grossen Antheil, insoferne er berufen ist, die Umwandlung der in grossen Menge eingeführten Kohlehydrate zu vermitteln; wenngleich Bernard und Barreswill das Gegentheil behaupten und nach ihnen der saure Magensaft der Umwandlung des Amylums in Zucker hinderlich wäre.

Im Magen der Wiederkäuer erfolgt eine hochgradige Kohlehydratverdauung, und können wir im Anschlusse an viele Autoren behaupten, dass nicht allein der vierte oder Labmagen allein verdauend wirkt, sondern dass auch die übrigen an dem Processe lebhaft (nicht blos vorbereitend) betheiligt sind. Wohl sind die Ergebnisse der bisherigen exacten Experimente noch sehr dürftig, locken jedoch zu ferneren Forschungen auf diesem Gebiete; es gilt jedoch als feststehend, dass gewisse Kohlehydrate bereits in den drei ersten Magen verdaut werden.

Fleischfresser bieten das günstigste Object für solche Untersuchungen, die an Hunden zumeist ausgeführt sind; die Art des Untersuchungsvorganges wurde bereits beschrieben.

Wird ein Hund mit einem Gemenge von Eiweissstoffen, Kohlehydraten und Fetten genährt und dann nach einer bestimmten Zeit getödtet, so findet man im Mageninhalte Peptone und Zucker, während die Fette unverdaut gefunden werden. Angeblich sollen die Eiweisssubstanzen 3—6 Stunden im Magen verweilen, was aber — nach Brücke — dafür eine zu kurze Frist ist.

Aus den Versuchen von Schmidt-Mülheim erhellt, dass im Magen des Hundes noch nach 6 Stunden etwa $^{1}/_{3}$, nach 9 Stunden etwa $^{1}/_{8}$ der Fleischnahrung unverdaut gefunden werden konnte; die Eiweissverdauung des Magens fand derselbe erst nach 12 Stunden beendigt.

Die Verdauungsproducte des Magens waren in der Frist

von 1—9 Stunden nach Schmidt-Mülheim's Untersuchungen die folgenden:

1 Stunde nach der Fütterung fand sich	5,349 Gr.	gelöstes Albumin
2 Stunden „ „ „ „ „	5·448 „	„ „
4 „ „ „ „ „ „	5·398 „	„ „
6 „ „ „ „ „ „	5·008 „	„ „
9 „ „ „ „ „ „	5·052 „	„ „

Bei genauerer Analyse dieser Eiweissstoffe fand sich, dass zu jeder Frist der Albuminverdauung annähernd dieselbe Menge Pepton im Magen vorhanden war und zwar:

1 Stunde nach der Fütterung	3·087 Gr.	Pepton
2 Stunden „ „ „	3·655 „	„
4 „ „ „ „	3·312 „	„
6 „ „ „ „	2·902 „	„
9 „ „ „ „	3·242 „	„

Daraus kann gefolgert werden, dass die Verdauungsproducte fortwährend im Magen gebildet und daraus entfernt werden, sich somit nicht anhäufen können. Bei den weitern Untersuchungen stellt es sich heraus, dass ein Theil obiger Producte in den Dünndarm gelange; von dem andern Theile kann man jedoch annehmen, dass er im Magen resorbirt wurde (s. bei „Resorption").

Auf die Fette übt der Magensaft — nach übereinstimmender Angabe der Forscher — keinerlei verdauende Wirkung aus; höchstens dass die eingebrachten grösseren Fettmengen durch die Magenbewegungen mechanisch in Tropfenform vertheilt werden.

Nach Ergebnissen neuester Untersuchungen, wonach das Magenepithel gleichfalls mit flimmerhaarähnlichen Fortsätzen versehen erscheint (Klein, Biedermann, R. Nagy, Ballagi), wie diess in Uebereinstimmung mit unseren eigenen Untersuchungen für das Dünndarmepithel constatirt ist, folgerte Mátrai — der im Magenepithel von Fröschen und Hunden Fettkörnchen vorfand — dass im Magen Emulsion und Resorption der Fette erfolge. Im Magen der Wiederkäuer verbleibt das Futter viel längere Zeit, als in dem von Thieren mit einem Magen; so kann es im Vormagen 24 Stunden, auch wohl noch länger verweilen.

Wie erwähnt, werden in den ersten drei Magen die Kohlehydrate verdaut und zum Theil auch resorbirt (nach Wild 50% der N-losen Substanzen); doch wird ausser dem, im Wiederkäuermagen verdauten Amylum auch die Cellulose verdaut (nach Henneberg, Haubner, Hofmeister u. A. 45—50, auch 60%). Der Magen verdaut ferner auch die leimbildende (Collagen) und elastische Substanz. Der Leim wird im Magen aufgelöst und in diffundirbaren Zustand übergeführt. Der Magensaft macht die Milch gerinnen (fällt daraus das Caseïn), die Gerinnsel verflüssigen sich jedoch später; ein grosser Theil davon wird resorbirt, der

nucleïnhaltige*) aber nicht. Endlich werden die Wandungen der Fettzellen aufgelöst (Landois, Schmidt-Mülheim), worauf das freie Fett in grössere Tropfen zusammenfliesst.

Die Knochen werden im Magen gleichfalls verdaut. Blondlot constatirte, dass der Magensaft Knochen arrodire. Jedoch werden blos die organischen Substanzen verdaut, die Knochenerden schwimmen als kreidepulverähnlicher Stoff im Magensafte.

Auf Amylum ist der Magensaft unwirksam; doch wird behauptet, dass Pepsin das unter Einwirkung des Speichels entstandene Erythodextrin und Achroodextrin in Traubenzucker umwandle**); Rohrzucker wird auf dessen Zusatz langsam zu Traubenzucker (Voit, Uffelmann). Inulin und Gummi verändern sich im Magensafte nicht; auch löst derselbe weder die Epidermis, Nägel, Borsten, Stacheln, Wolle, das Chitin, Chonchiolin, noch auch das Spongin***).

Der Magen der Carnivoren und des Menschen verdaut die letztgenannten Stoffe absolut nicht. Andere Substanzen werden in den drei ersten Magen der Ruminantien nicht verdaut. sondern blos gelöst. So werden die Albumine in den ersten Magen angeblich nicht verdaut, obschon Herrendörfer behauptet, in ihnen Pepsin gefunden zu haben; da jedoch diese keine Pepsindrüsen enthalten, so wäre Schmidt-Mülheim's Einwand nicht abzuweisen, dass Pepsin aus dem Labmagen während der Untersuchung in die ersten Magen gelange.

Ausserdem verdaut der Magen viele andere Nahrungsmittel nicht; so die pflanzlichen elastischen Fasern, die Horngebilde, die kieselsäurehaltige Scheide der Haferkörner; für den Menschen und die Carnivoren gilt diess für die Cellulose-Membran der Pflanzenzellen, das Wachs, Nucleïn, Mucin und die amyloide Substanz.

Gase des Magens.

Der Ursprung der Gase im Magen ist zweierlei; einmal die in den Nahrungsmitteln befindliche, oder mit denselben verschluckte

*) Eigentlich eine dem Nucleïn ähnliche Substanz (Lubavin). Nach neueren Untersuchungen soll der Magensaft die structurlosen Membranen, das Sarkolemma, die Nervenscheiden, Linsenkapsel, die hornartigen Lamellen der Cornea — aber kaum die elastischen Fasern (Landois) — lösen. Drüsen — geschichtetes Epithel —, Endothel- und Lymphoid-Zellen werden in Peptone umgeändert (Landois), nicht so das Nucleïn der Kerne.

Die rothen Blutkörperchen werden gleichfalls gelöst; das Hämoglobin in hämatin- und globulinhaltige Substanz umgewandelt; letzteres auch peptonisirt.

**) S. die Bezeichnungen Brücke's beim Dextrin.

***) Chonchiolin ist die in den Muscheln, Spongin in den Schwämmen vorfindliche hornartige, angeblich schwefelfreie, doch stickstoffhaltige Substanz.

Luft; ein anderes Mal das aus dem Duodenum hinaufgebrachte Gas. Wir ersehen die Zusammensetzung der Magengase beim Menschen und beim Hunde aus nachstehender Tabelle.

Menschl. Cadaver nach Pflanzenkost		Hund	
1.	2.	1. Nach Fleischkost	2. Nach Hülsenfrüchtennahrung
CO_2 20·79	33·83	25·2	32·9
H 6·71	27·58	—	—
N 72·50	38·22	68·7	66·3
O —	0·37	6·1	0·8

Das Oxygen wird im Magen durch das Blut absorbirt und gelangen für je ein Volum Oxygen zwei Volume Kohlensäure aus dem Blute in den Magen. Daher kommt es nach Planer, dass in den Magengasen das Oxygen gegenüber der Kohlensäure so gering vertreten ist. Man dürfte demnach in gewissem Sinne von Magenathmung sprechen. Das Nitrogen spielt hiebei eine neutrale Rolle.

Histologische Structur des Dünndarmes.

Vergleichende Angaben.

Die Länge des Dünndarmes wechselt bei verschiedenen Thieren. Sie hängt von der Geschwindigkeit ab, mit welcher der Verdauungsprocess darinnen einhergeht, ebenso auch von der Qualität, Quantität und dem Volume der Nahrungsmittel. Wir finden den Dünndarm am längsten bei den Herbi-, kürzer bei den Omni-, am kürzesten bei den Carnivoren. Die Säuger und Vögel besitzen einen relativ längeren Verdauungstrakt (Darmkanal), als die Amphibien und die Fische.

Den in den Magen geöffneten Abschnitt nennt man Intestinum duodenum (Zwölffingerdarm); er stellt bei einigen Wiederkäuern (auch bei den Walen, dem Lama, Dromedar und einigen Nagern) eine birnförmige Auftreibung, bei einigen Säugethieren (z. B. dem Hunde und dem Hasen) und den Vögeln einen langen Sack dar.

Das Duodenum der Knochenfische besitzt 1—100 und noch mehr sackförmige Anhängsel (Appendices pyloricae), welche nach Einigen das bei diesen Thieren fehlende Pankreas ersetzen.

Der Dünndarm, der nicht nur als Resorptions-, sondern auch als Verdauungsorgan bei der Verdauung eine grosse Rolle spielt, erstreckt sich vom Magen bis zum Dickdarme.

Wir unterscheiden an dessen Wandungen 1. die Schleimhaut (Mucosa); 2. das submucöse Bindegewebe; 3. die Muskelschichte und 4. die seröse Haut.

Die Oberfläche der Dünndarmschleimhaut ähnelt einer feinen Bürste oder grobem Sammte, welches Aussehen durch die daran befindlichen, mehrere Millionen zählenden kleinen Hervorragungen, Zotten (Fig. 65 *B*) (Villi intestinales) bedingt wird. Das Grundgewebe der Zotten besteht aus einem, aus sternförmigen

Bindegewebskörperchen zusammengesetzten Netzwerke, sogen. adenoidem Bindegewebe, in dessen Maschen zahlreiche Lymphzellen (*ns*) sitzen. In der Mitte der Zotte verläuft ein mit Endothelzellen (*er*) besetzter Kanal (Recklinghausen, His, Thanhoffer) als eine einfache, nach oben sich verbreiternde Röhre, oder aber Netze bildend; er wird centraler Zottenraum oder centrales Chylus-Gefäss (*kch*) benannt. Nach Anderen soll derselbe keine Endothelauskleidung besitzen, sondern blos Gewebsspalten darstellen. Das Gerüste der Zotte wird von einer structurlosen Membram, der Grundmembran (Bowmann's basement membran) umhüllt, deren Vorhandensein von mehreren Forschern in Abrede gestellt wird.

Das Grundgewebe der Zotten umkleiden Cylinderzellen (*hf*), welchen die Aufsaugung der kleinsten, nur bei starken Vergrösserungen sichtbaren und lebhafte Molecularbewegung zeigenden Fett- (Chylus-) Körnchen obliegt und deren Wichtigkeit bedingt. Von diesen Zellen behaupten Kölliker und Funke, dass sie von Aussen durch eine flache, pfeifendeckelähnliche, glänzende, dicht durchlöcherte Platte gedeckt sind, und die von der Seite aus als dünner Zellensaum erscheint, welcher, besonders bei Fettresorption, fein gestreift ist. Letzteres wäre der optische Ausdruck für die den Zelldeckel durchsetzenden feinsten Kanälchen, und gelangen — nach den Genannten — die Fettmolekeln auf diesem Wege in die Epithelzellen der Zotten.

Später untersuchte Brücke die Zotten genauer und fand die Epithelzellen derselben an ihren äusseren Enden offen, höchstens mit einem Schleimpfröpfchen verlegt.

Brettauer und Steinach (Schüler Brücke's) fanden bei allsogleicher Untersuchung des Dünndarms des rasch getödteten Kaninchens keinen glänzenden Saum, aber stäbchenförmige Ausläufer (*ny*), die aus dem Zellprotoplasma hervorragen.

Wurde der Darm für 24 Stunden in 10%ige schwefelsaure Natriumlösung eingelegt, so zerfaserten sich die Fortsätze und die Zellen sahen wie mit Flimmerhaaren besetzt aus.

Nach der Annahme letztgenannter Forscher würden die Fettmolekeln bei der Resorption in den zwischen den feinen Fortsätzen zurückgebliebenen Kanälchen in die Epithelzellen gelangen. Später constatirten Thanhoffer und Gelei die Bewegung dieser Fortsätze an den Dünndarmzotten des Frosches, wobei ersterer auch die Bedingungen für das Zustandekommen dieser Bewegungen nachwies.

Aus Thanhoffer's Untersuchungen trat deutlich zu Tage, dass solche, — bei Anstechen des Rückenmarkes in der Gegend der zu den oberen Extremitäten führenden Wurzeln, dann an der Medulla oblongata, unterhalb des Kleinhirnes in der Medianlinie, — in lebhafte Bewegung gerathen und während derselben

kleine Fettmolekeln in die Zellen einbetten. Besonders deutlich wird dieser Vorgang, wenn der Frosch vor dem Stiche reichlich

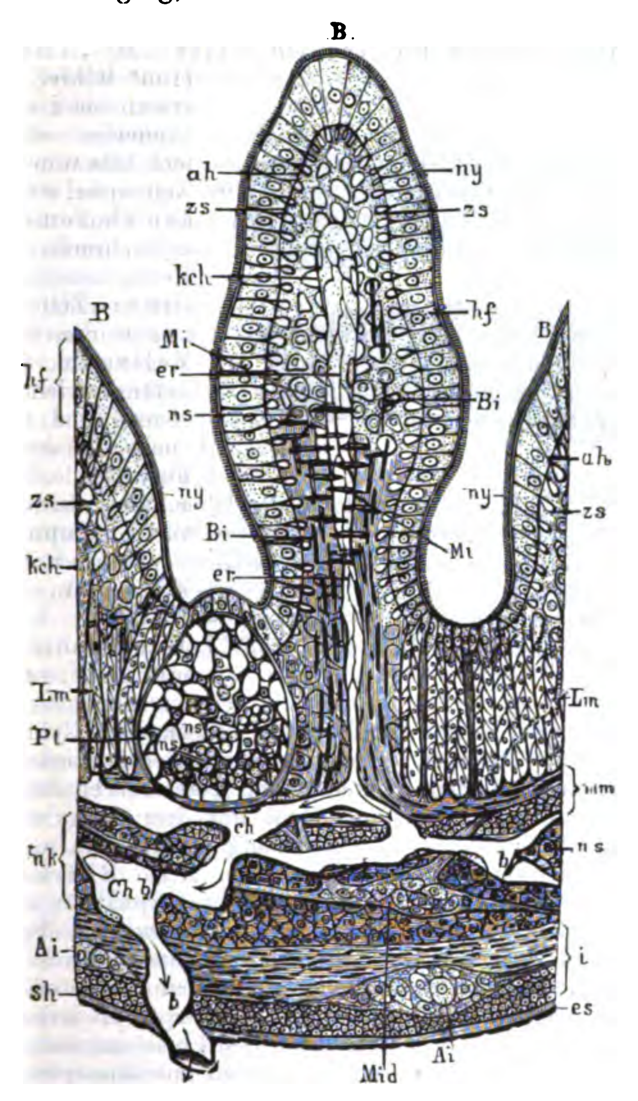


Fig. 65. Histologische Structur des Dünndarmes, zum Theil schematisch dargestellt. *B* = Zotte; *hf* = Epithel; *ny* = stäbchenförmige Fortsätze der Cylinderepithelzellen; *ah* = Basalmembran; *zs* = erster Weg des Fettes; *kch* = centrales Chylusgefäss; *Mi* = Zellen der Ringmuskelschichte von Moleschott; *Bi* = Brücke's Längsmuskelbündel; *er* = Endothelzeichnung im centralen Chylusgefäss; *Lm* = Lieberkühn'sche Drüsen; *Pt* = Peyer'sche Follikel; *ns* = Lymphkörperchen; *mm* = Doppelschichte der Muscularis mucosae; *nk* = submucöses Bindegewebe; *Ch* = Chylusgefässe; *b* = Klappen derselben; *Mid* = Nervenplexus im Bindegewebe, von Meissner-Remak; *Ai* = Plexus von Auerbach, zwischen den beiden Muskelschichten; *i* = beide Muskelstrata; *sh* = seröse Haut; *es* = Endothelzelldecke.

mit Oel gefüttert wurde, erst nach einigen Stunden, wenn bereits die Fettresorption erfolgte, getödtet und die Zotten ohne jedes Reagens untersucht wurden. Die Fig. 66 bei *A* und *B* gibt die interessanten Befunde aus Verfassers Werke über „Fettresorption“ wieder. Bei *Bb* sehen wir die sich bewegenden und Fettmolekeln aufnehmenden Zellen; bei *cd* bewegen sich die Fortsätze nicht mehr, sondern sind im Retractionsstadium; die letzten Zellen rechts zeigen den constanten Zellsaum (*a*), darunter gestrichelt, eingezogene und mit Fettmolekeln durchsetzte Fortsätze. Diese Resultate wurden später von Fortunatow constatirt und von Edinger, Hoppe-Seyler, Landois, Wiedersheim, Kollmann, Wiemer u. A. angenommen.

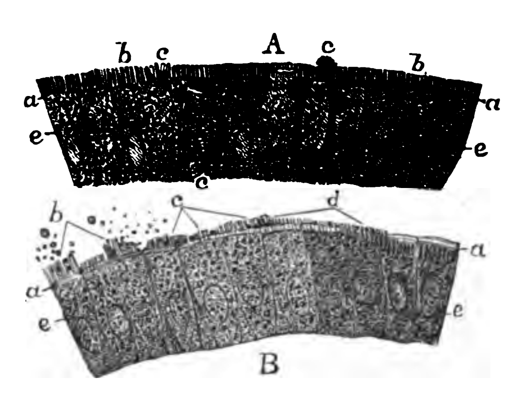


Fig. 66. Epithelbedeckung vom Dünndarme der Katze und des Frosches während der Fettresorption. *A* = Epithelzellen des Katzendünndarmes; *e* = Epithelzellen; *a* = constanter Zellsaum; *b* = Zellsaum mit flimmerhaarähnlichen Fortsätzen; *c* = Kelchzellen mit Fortsätzen; *B* = Dünndarm des Frosches während der Fettresorption nach Medulla obl.-Stich und Oelfütterung, mit theilweise beweglichen Epithelzellenfortsätzen; *e* = Epithelzellen; *a* = constanter Zellsaum; *b* = bewegliche und Fettmolekel aufnehmende Fortsätze; *c* = unbewegliche, in Retraction befindliche Fortsätze.

Die inneren Enden der die Zotte bedeckenden Cylinderzellen gehen in Fortsätze aus, welche in einem sternförmigen, Bindegewebszellen ähnlichen Lückensystem („erster Weg des Fettes“, Fig. 65 *zs*) endigen; letzteres steht mit dem centralen Chylusgefässe (*kch*) der Zotte in Verbindung (Heidenhain, Balogh, Friedreich, Thanhoffer, Eimer u. A.). Brücke, Basch u. A. halten diese Wege für membranlose Spalträume. Nach ihnen würde das Fett durch das bindegewebige Spaltraumsystem zum centralen Chylusgefässe gelangen. Andere wieder nehmen an, dass die Epithelzellen an beiden Enden offen, höchstens am obern Ende mit einem Schleimpfropf bedeckt seien (Brücke und seine Schüler), unten jedoch in membranlose Gewebslücken übergehen, welche wiederum mit dem membranlosen Centralchylusgefässe in Verbindung treten. Man kann diesen Weg mit Recht als ersten Weg des Fettes benennen.

Während der rhythmischen Contractionen der Zotten werden die mit den anderen resorbirten Substanzen in den Centralchylusraum aufgenommenen Fette, auf später zu beschreibenden Wegen weitergeführt.

Die Bewegungserscheinungen an den Zotten wurden zuerst von Gruby und Delafond beobachtet und von ihnen auch ein Apparat zum Hervorrufen und Regulirung dieser Bewegungen angenommen.

Der Nachweis von diesem Zwecke dienenden Muskeln gelang Brücke dadurch, dass er Zotten in 30%ige Salpetersäure einlegte und dann die Muskeln isolirte; andererseits wurde auch aus Schnittpräparaten klar, dass die Muskelelemente zu beiden Seiten des centralen Chylusgefässes hinanstreben; sie wurden als längsverlaufende oder Brücke'sche Muskeln benannt.

Beim Hunde finden sie sich in mehrfachen Bündeln, beim Menschen und andern Thieren kommen ihrer blos 1—2 vor. Später beschrieb Moleschott in den Zotten des Menschen und des Hundes auch ringförmig angeordnete Muskelbündel (*Mi*); Donders sah ähnliche Verhältnisse an den Zottenspitzen, die von Andern (s. Klein und Verson in Stricker's Handb. der Gewebel.) als Irrthum gedeutet wurden. Später gelang indess der Nachweis dieser Ringmuskulatur nicht nur an der Spitze, sondern der ganzen Zotte entlang, und zwar nicht allein für den Menschen, sondern auch für mehrere Thiere (Hund, Frosch, Katze, Löwe, Karpfen) (Thanhoffer).

Diese beiden Muskellager sind für die Contraction der Zotte und somit für die Weiterbeförderung der resorbirten Substanz von grosser Bedeutung. Vor Kenntniss der Ringmuskulatur der Zotten meinte man, dass mit der Contraction der Längsfasern sich die Zotte verkürze und so die aufgesogenen Substanzen auspresse. Dazu ist jedoch schon aus theoretischen Gründen das Vorhandensein circulärer Elemente nothwendig; damit die Zotte nicht allein verkürzt, sondern ihr Centralkanal auch verengt und so die resorbirte Substanz leichter weiter getrieben werde.

Diese Contraction und Expansion der Zotten erfolgt gleichsam pulsirend, und ersetzt so die Lymphherzen, die wir bei niedrig organisirten Thieren (z. B. dem Frosche) vorfinden.

Den Zotten kommen ferner Blutgefässe und Nerven zu. Die aus dem Mesenterium stammenden Blutgefässe (Fig. 67 *ü*) durchsetzen die seröse Haut (*s*) und gehen bis zum submucösen Bindegewebe (*k*), wo sie sich verästeln und einzelne Zweige zu den Zotten schicken, und zwar läuft eine, seltener zwei Arterien nach aufwärts, deren Zweige zu Capillarästchen zerfallen, aus denen 2—3 Venen, das Blut zurückleitend, nach Durchbruch der Serosa zu den Mesenterialgefässen gelangen. Ausserdem treten einige der grössern Aeste nach aussen und versorgen das submucöse Bindegewebe, die beiden Muskelschichten und die seröse Haut mit Blut.

Die Nerven bilden nach Durchbohrung der serösen Haut

zwischen den Muskelschichten verzweigte Netze (Fig. 65 *Ai* = Plexus myentericus Auerbachii), in dessen weiten Maschenknoten Ganglienzellen liegen. Im submucösen Bindegewebe ist ausserdem ein zweiter, an den Knotenpunkten des Netzes ebenfalls Ganglienzellen aufweisender Nervenplexus zu finden, den man den Plexus von Meissner-Remak (*Mid*) benennt.

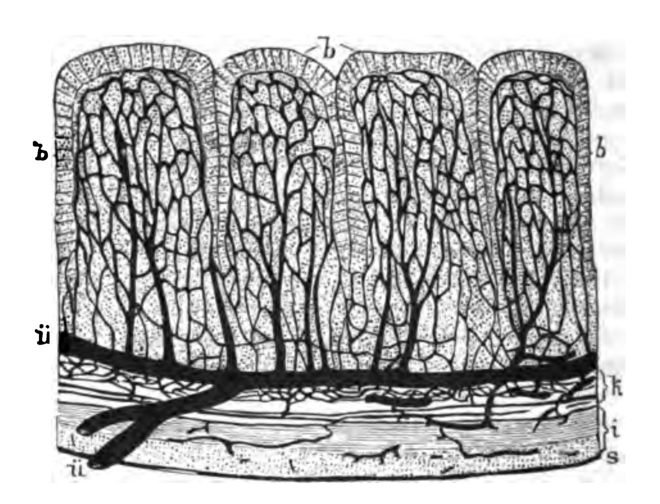


Fig. 67. Blutgefässe des Dünndarmes der Katze injicirt, Vergr. 80fach. *b* = Zotten; *k* = Bindegewebe; *i* = zwei Muskelschichten; *s* = seröse Haut; *ü* = Arterie.

Von da aus ziehen Nerven in die Zotten (Thanhoffer, Landois) und können einzelne ihrer Fasern bis zu den Epithelien verfolgt werden (Thanhoffer, Goniaew). Endlich ist noch beobachtet worden, dass einzelne Fäden bis zum Kerne der Epithelzellen sich erstrecken (Thanhoffer, Edinger), deren nervöser Charakter sehr wahrscheinlich ist (Thanhoffer).

An der Basis der Zotten und höher hinauf sind gleichfalls Ganglienzellen gefunden worden (Thanhoffer, Landois). Nach neueren Untersuchungen sollen die in die Zotten eintretenden Nerven, feine Maschen und Netzwerke bilden und bis zum Epithel verfolgt werden können.

Die Basis der Zotten umgeben tubulöse Drüsen, die sogen. Lieberkühn'schen Darmschleimdrüsen (Fig. 65 *Lm*), welche Magenschleimdrüsen gleichen und den Darmsaft secerniren. Die Drüse, deren Länge sehr verschieden ist, erscheint von einer structurlosen Membran umgeben und durchwegs mit Cylinderzellen ausgekleidet.

Am Duodenaltheile des Dünndarmes finden sich ausserdem noch die sogen. Brunner'schen Drüsen, welche mit den acino-

tubulösen Drüsen des Pylorus (Brunner) identisch sind. Sie erstrecken sich durch das submucöse Bindegewebe bis in die Muskelschichte.

Endlich sind im Dünndarme noch die sogen. Peyer'schen Drüsen, oder Follikel (Fig. 65 *Pt*), als birnförmige, ihrem Baue nach elementare Lymphdrüsen darstellende Gebilde, zu erwähnen. Ihr äusseres Gerüste wird durch Bindegewebe hergestellt, während ein mit der obengenannten Hülle (Kapsel) verbundenes Netz aus sternförmigen Bindegewebszellen die Drüsensubstanz durchsetzt, in dessen Maschen reichlich Lymphkörperchen vorhanden sind; mit dem Bindegewebe treten gleichfalls die Blutgefässe in die Drüsensubstanz.

Unter der Schleimhaut erstreckt sich das submucöse Bindegewebe (*nk*), dessen Gefäss- und Nervennetze bereits oben beschrieben wurden. An der Basis der Drüsen führt das Bindegewebe die eigentliche Muskelschichte der Schleimhaut (Muscularis mucosae = *mm*).

Die seröse Haut (*sh*) ist aus Bindegewebsfasern und elastischen Fibrillen zusammengesetzt und von aussen mit Endothelzellen (*es*) bekleidet.

Vergleichende histologische Angaben.

Die Darmzotten sind — mit einzelnen Ausnahmen — bei allen Säugethieren und den Vögeln ausgebildet, und zwar deutlicher bei Carni- als bei Herbivoren; bei ersteren erscheinen sie um vieles länger. Der Strauss hat gleichfalls lange Zotten, bei einigen Vögeln jedoch finden sich statt derselben im Zickzack angeordnete Falten; ein bei den Amphibien und Fischen gleichfalls häufiges Vorkommen.

Peyer'sche Follikel haben nur die höheren Wirbelthiere und die Vögel; bei letzteren stehen sie isolirt, bei den Säugern gruppenweise beisammen.

Im Dünndarme des Menschen sitzen die Zotten den Kerkring'schen Falten auf (Valvulae conniventes Kerkringii), welche bei den Säugethieren mangeln.

Einige Nager (Kaninchen) haben in den unteren Parthieen des Dünndarmes Längsfalten.

Die Lieberkühn'schen Drüsen sind bei Herbivoren stärker entwickelt, als bei den Carnivoren. Hingegen fehlen die Brunner'schen Drüsen bei den Vögeln; diese und die Lieberkühn'schen mangeln übrigens auch den Amphibien und Fischen und werden durch kleine Schleimhauteinstülpungen ersetzt.

Verdauende Eigenschaften des Dünndarmsaftes.

Der im Dünndarme producirte Saft stammt von den in der Dünndarmwandung befindlichen Lieberkühn'schen und Brunner-schen Drüsen, ferner aus den Epithelzellen der Schleimhaut.

Der Darmsaft ist farblos, dünnflüssig, alkalisch und mucinhaltig, und enthält Albumine, Salze und Fermente. Am reinsten erhielt ihn Thiry.

Methode von Thiry. Man durchtrennt die Linea alba eines Hundes, worauf durch die Wunde eine Dünndarmschlinge herausgeholt (Fig. 68, 1) und bei *a c* u. *d b* etwa in der Länge von 10–15 Cm. abgeschnitten wird. Nun werden der obere (*a*) und untere (*d*) Darmtheil miteinander vereinigt (*2 a d*) und in die Bauchhöhle reponirt (3 *a d*); das übrige mit dem Mesenterium zusammenhängende Stück (3 *b c*) an einem Ende vernäht, mit dem andern jedoch in die Bauchwunde eingenäht und verheilt, so dass es sein Secret frei nach aussen abfliessen lässt. Zwei Wochen nach erfolgter Einheilung stellte Thiry mit dem Safte der isolirten Darmparthie Untersuchungen an.

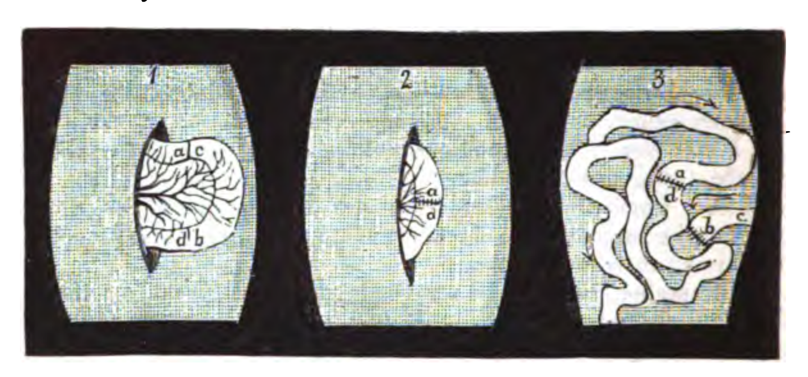


Fig 68. Methode zur Herstellung einer Darmfistel nach Thiry.

Auf mechanische Reize (30 □ Cm. Oberfläche gaben etwa 4 Gr. Saft) peptonisirte der ausgeschiedene Saft blos Fibrin; anderes Albumin aber nicht. Daneben umwandelte Thiry's gewonnener Saft Amylum in Zucker. Nach Schiff löst das Secret manchmal auch andere Albumine; hingegen fehlt die das Fibrin peptonisirende Substanz zeitweilig darinnen (Quincke); doch findet sich nach Paschutin daneben ein besonderes Ferment, welches Rohrzucker in Traubenzucker umzusetzen vermag. Der Extract von isolirten Brunner-schen Drüsen soll ferner, nach Krolow, Amylum in Zucker, und Fibrin in Pepton umsetzen. Wir sahen an in unserm Institute operirten Hunden, gekochtes und in Tüllsäckchen eingebundenes, in den isolirten Darmtheil eingelegtes Hühnereiweiss zum Theile verdaut werden. Frick machte aus der Schleimhaut des Dünndarmes vom Pferde, Hund, Schaf, Schwein und Kaninchen Extracte und dann Fibrin- und Amylum-Verdauungsversuche; und konnte nachweisen, dass das Extract der Lieberkühn'schen Drüsen in einzelnen Fällen Fibrin verdaute, auch Amylum in Zucker umsetzte. Aus alledem erhellt, dass der Darmsaft Albumine (und zwar nicht Fibrin allein) in Pepton und Amylum in Traubenzucker umsetzt.

In den Dünndarm ergiessen sich ausserdem der Pankreassaft und die Galle. Bevor wir jedoch auf deren verdauende Eigenschaften eingehen, möge die Structur ihrer Secretionsorgane, Bauchspeicheldrüse (Pankreas) und Leber abgehandelt werden.

Histologische Structur der Bauchspeicheldrüse (Pankreas).

Das Pankreas gehört zu den complicirten tubulo-acinösen Drüsen, und ergiesst sein Secret durch einen, oft auch zwei bis

drei Ausführungsgänge in den Dünndarm. Diese Ausführungsgänge verzweigen sich zu Röhrchen zweiter und dritter Ordnung und endigen in Drüsenläppchen (Acini, Fig. 69 *a*). Die Wand der Drüse wird durch eine structurlose Membran gebildet, welche in den Acinis mit pyramidenförmigen Cylinderzellen (*ms*) besetzt erscheint, die mit Protoplasma und Fettkörnchen vollgefüllt sind. Man unterscheidet an denselben zwei Schichten; eine äussere, wandständige Schichte, die durchsichtig, feingestrichelt und in Carmin sich intensiv färbend ist, während die zweite, innere Schichte (Bernard's granulirte Schichte) stark granulirt, sich weniger färbend darstellt, jedoch die Secretion besorgt, indem sich dabei die darin befindlichen Körnchen auflösen (Heidenhain). Zwischen beiden Schichten liegt der Zellkern. Die äussere Schichte erneuert sich nach der Secretion, wird granulirt und tritt als granulirte Schichte nach innen (Heidenhain).

Der Ausführungsgang (Ductus pancreaticus) besteht aus dichteren innern und lockeren äussern Bindegewebs- und elastischen Lamellen, welche von einschichtigen Cylinderzellen bekleidet werden; ausserdem kommen im Haupt- und den grossen Seitenausführungsgängen kleine Schleimdrüsen vor. Die Blutgefässe begleiten diese Ausführungsgänge und bilden um die Acini sehr dichte Capillarnetze.

Die Nerven der Drüse sind theils Hirnnerven, theils stammen diese vom Sympathicus, an dessen Verlaufe sich Ganglien vorfinden. Nach Pflüger zeigen die Nerven dieselbe Art der Endigungen, wie in den Speicheldrüsen. Obschon viele Forscher sich dieser Annahme anschliessen, stehen andere mit den Behauptungen Pflüger's derzeit im Widerspruche.

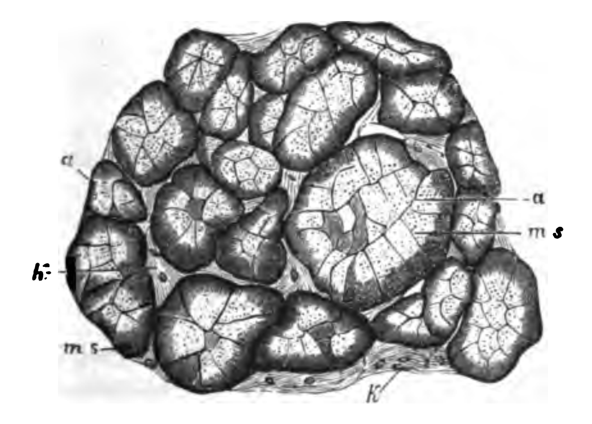


Fig. 69. Schnitt durch das Pankreas eines ausgehungerten Hundes; mit Carmin gefärbt und in Lack conservirt. Vergr. 320. *a* = Acinus; *ms* = Drüsenzellen; *k* = Bindegewebe um die Acini.

Pankreassaft.

Die Bauchspeicheldrüse secernirt den Pankreassaft, welcher farblos, alkalisch ist, und Schleim und farblose Blutkörperchen, einzelne Drüsenelemente, Mucin, Alkali und Serumalbumin enthält.

Der Pankreassaft kann auf zweierlei Weise beschafft werden, man erhält jedoch in beiden Fällen zwei verschieden zusammengesetzte und mit verschiedenem Fermente versehene Flüssigkeiten. Die eine Art der Gewinnung ist die aus einer frischen, die andere aus einer dauernd angelegten Bauchspeicheldrüsenfistel. Aus der frischen Fistel (es wird in den von dem Dünndarm abgeschnittenen Ausführungsgang des vorher gefütterten Thieres eine Canule eingebunden) erhält man wenig, jedoch dickern und mit mehr festen Bestandtheilen versehenen Saft. Die dauernd angelegte Fistel gibt reichlichere, dünnflüssigere, doch weniger feste Bestandtheile enthaltende Flüssigkeit.

Schmidt fand die Zusammensetzung des Pankreassaftes vom Hunde folgend:

Bestandtheile in 1000 Theilen	Secret d. dauernd angelegten Fistel im Mittel	Frisches Fistelsecret
Wasser	980·45	900·76
Feste Bestandtheile	19·55	99·24
Albumin	22·71	90·44
Salze	6·84	8·80
Natrium an Albumin gebunden	3·31	0·58
Chlornatrium	2·50	7·35
Chlorkalium	0·93	0·02
Phosphorsaur. Kalk	0·07	0·41
„ Magnesium	0·01	0·12
„ Natron	0·01	—
Kalk	—	0·32
Magnesium	0·01	—

Hoppe-Seyler stellte die Analyse des Pankreassaftes von einem gefallenen Pferde in folgendem zusammen:

Wasser	982·530
Albumin	0·222
Ferment	8·202
Lösliche Salze und zwar phosphors. Natron	8·202
Im Wasser unlösliche Salze	0·389

Die Quantität und Qualität des Drüsensecretes hängt von der Nahrung und der Innervation ab. Während der Secretion erfolgt, wie diess Heidenhain nachwies, eine Umwandlung der Zellen. In der Ruhe kann man an den Zellen eine innere granulirte und eine äussere homogene, auf Carmin sich stark färbende

Schichte unterscheiden. Bei energischer Secretion hingegen werden die Drüsenzellen immer kleiner und der innere Hof verschwindet stetig. Mit Einstellung der Secretion nimmt die Drüsenzelle ihre frühere Grösse wieder an, doch mit dem Unterschiede, dass nunmehr der innere Hof sehr breit, der äussere hingegen verschmälert erscheint, und beide sich erst nach einer gewissen Frist abermals ausgleichen.

Während der Verdauung secernirt die Drüse mehr; im hungernden Thiere ist die Absonderung eine minimale oder gar keine; und während sie in der ersten Stunde der Nahrungsaufnahme eine beträchtliche ist und nach 2—3 Stunden den Höhepunkt erreicht, nach 5—7 Stunden noch etwas zugenommen hat, sistirt sie nach 15 Stunden vollständig (Bernstein). Nach der Secretion wird die Drüse intensiv roth gefärbt, welche Färbung auch nach dem Tode anhält.

Bezüglich des Einflusses der Nerven auf die Secretion der Drüse liegen Untersuchungen von Ludwig und Bernstein vor. Die Nerven des Pankreas entstammen dem Plexus hepaticus, dem Pl. lienalis und dem Pl. mesentericus superior, zu welchen sowohl der Vagus als auch der Sympathicus Aeste abgeben. Bei Reizung der Medulla oblongata steigert sich die Secretion (Heidenhain und Landois), ebenso wenn die Drüse selbst mit dem Inductionsstrom gereizt wird (Kühne und Lea). Reizung des peripheren Stumpfes vom Vagus oder Durchtrennung desselben bringt keine Aenderung in der Secretion zu Wege; hingegen sistirt die Ausscheidung auf Reizung des centralen Stumpfes plötzlich (Ludwig, Bernstein), ebenso auf die der sensiblen Nerven, z. B. des N. ischiadicus und cruralis (Afanasieff und Pawlow) und hat Nachwirkungen.

Brechreiz wirkt ebenfalls als Hinderniss, während des Erbrechens findet gar keine Absonderung statt (Cl. Bernard); von ähnlicher Wirkung ist auch Atropin. Es würde daraus folgen, dass der Vagus eine hemmende secretorische Wirkung ausübt. Diese bleibt jedoch bei Durchtrennung der zu der Drüse hinziehenden Nerven aus; wir müssen demgemäss auch die Hemmung blos als einen, auf das Pankreas wirkenden Reflex auffassen.

Art der Gewinnung und Secretion von Pankreassaft bei grossen Hausthieren.

Graaf war der Erste, der Pankreassaft dem lebenden Thiere entnahm; Leuret und Lassaigne bekamen ihn vom Pferde; Friedmann und Gmelin vom Schafe; Cl. Bernard 1849 vom Hunde.

Mit einer Modification von Graaf's Methode entnahm Colin

1851 den Pankreassaft von grossen Hausthieren, speciell vom Rinde. Die Bauchspeicheldrüse liegt beim Rinde unter dem 12. Lendenwirbel an der rechten obern Vormagengegend; ihr Ausführungsgang mündet etwa 30—40 Cm. tiefer, als der Gallenausführungsgang; ist an der Drüse frei in der Länge von 2—3 Cm. belegen und kann leicht mit einer 8—9 Mm. langen Canule sondirt werden. Die Operationsmethode (Fig. 70) ist folgende: Es wird rechterseits an angegebener Stelle im Hypochondrium ein senkrechter, etwa 10—12 Cm. langer Schnitt (*sn*) geführt,

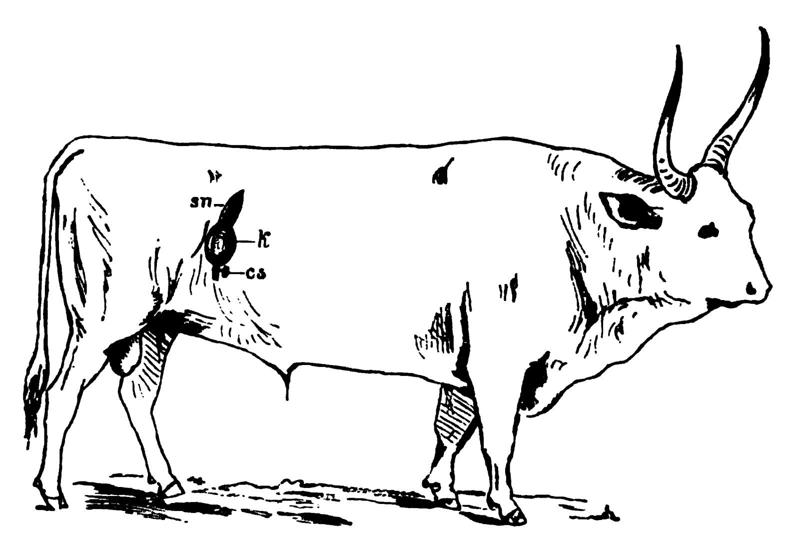


Fig. 70. Gewinnung von Pankreassaft nach der Methode Colin's (die Zeichnung des Thieres von A. Tormay); *sn* = Bauchschnittwunde; *k* = Kautschukballon; *cs* = Sperrhahn an dem Ballon.

bis durch die Wunde zwischen Duodenum und dem untern Drüsenlappen der Ductus sichtbar wird. Dieser wird nun der Länge nach eingeschnitten und in die Oeffnung eine Canule, an welcher ein mit Sperrhahn (*cs*) versehener Kautschukschlauch (*k*) angebracht ist, eingeführt und festgebunden, hierauf die Bauchwunde geschlossen.

Colin's diessbezügliche Untersuchungen ergaben: Die Secretion des Pankreas erreicht das Maximum mit Schluss einer Ruminationsperiode und werden hiebei in der Stunde 200—2700 Gr. secernirt. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Resultate einer durch eine Woche fortgesetzten Beobachtung.

Stunde des Experimentes	Zeit	Menge des Saftes in Grammen	Zustand des Thieres und Beobachtung
			Erster Tag
1	1 Stunde	255	Das Thier ruht.
2	1 „	184	„ „ „
3	1 „	100	„ „ steht.
4	1 „	74	Verweigert die Nahrung.
5	1 „	48	„ „ „
6	1 „	256	Liegt, doch ruminirt nicht.
7	1 „	240	
8	1 „	216	
9	1 „	142	
10	1 „	8	
11	1 „	195	
12	1 „	212	
13	1 „	51	
14	1 „	51	Der Saft ist vergossen worden.
15	1 „	51	Die Secretion ist sistirt.
16	1 „	51	Nur einige Gramme.
17	1 „	30	Die Secretion ist sistirt.
18	1 „	100	
19	1 „	113	
20	1 „	46	
21	1 „	130	
22	1 „	190	
23	1 „	148	Das Thier liegt.
24	1 „	148	Die Secretion hört auf.
			Zweiter Tag
1—2	2 1/4 Stde.	164	Ruminirt.
3	38 Minut.	158	
4	1 Stunde	136	
5	1 „	136	Die Secretion ist sistirt.
6	1 1/2 „	351	Versuch unterbrochen.
			Dritter Tag
1	1 Stunde	224	Das Thier frisst.
2	1 „	216	Es frisst weniger.
3	1 „	342	Ruminirt.
4	1 „	272	Ruminirt nicht.
5	1 „	61	
6	0 1/4 „	101	
7	1 „	150	Ruminirt sehr wenig.
8	1 „	240	
			Vierter Tag
1	1 Stunde	225	
2	1 „	250	
3	1 „	819	
4	1 „	180	
5	1 „	172	
6	1 „	245	

Stunde des Experimentes	Zeit	Menge des Saftes in Grammen	Zustand des Thieres und Beobachtung
			Fünfter Tag
1	1 Stunde	124	Das Thier frisst.
2	1 „	75	„ „ „ weiter.
3	1 „	95	
4	1 „	56	Beginnt zu ruminiren.
5	1 „	360	Fortsetzung des Wiederkäuens.
5	1½ „	312	Ruht.
			Sechster Tag
5	1 Stunde	312	Secretion verschwindend.
5	1 „	24	
5	1½ „	43	
5	1 „	43	Secretion hört auf.

Oft tritt jedoch, wie schon Colin bemerkt, in der Drüse infolge der Manipulationen Entzündung auf, welche dann störend auf die Secretion der Drüse wirkt; doch ist diese Störung beim Rinde, welches für dieses Experiment besonders geeignet erscheint, nie so beträchtlich, als bei anderen, denselben Versuchen ausgesetzten Thieren.

Die Einhufer eignen sich wegen der Schwierigkeit des Zugelangens zur Drüse und der Kleinheit des Ausführungsganges sehr wenig zum Studium des Pankreassaftes. Graaf führte durch das aufgeschlitzte Duodenum des Hundes die Canule ein. Auf dieselbe Art experimentirten Leuret und Lassaigne an Pferden. Colin verschaffte sich auf diese Weise gleichfalls viel Pankreassaft. Er verschloss durch das eröffnete Duodenum den Pylorus, damit der Chymus nicht ausfliesse, und führte nun die Canule in den Ductus pancreaticus ein. Nachfolgende Zusammenstellung gibt die Secretion beim Pferde bis zum Aufhören.

Zahl der Stunden	Zeit in Minuten	Menge	Befinden des Thieres und Beobachtungen.
1	30	136	Das Thier liegt.
	30	138	
2	30	125	Das Thier liegt.
	30	130	„ „ steht.
3	30	156	„ „ „
	30	20	„ „ „
4	30	20	Secretion von einigen Tropfen.
	30	20	Die Secretion hört auf.
5	30	20	
	30	20	

Colin gibt die Menge des vom Pferde stündlich secernirten Pankreassaftes auf 265 Gr. an.

Die nachstehende Tabelle zeigt das Wechselverhältniss zwischen der Absonderung von Bauchspeicheldrüsensaft und Galle an, woraus ersichtlich wird, dass das Maximum der Pankreassecretion mit dem Minimum derjenigen der Galle zusammenfällt.

Dauer des Versuches.	Zeit in Stunden und Minuten	Menge des Pankreassaftes in Gr.	Menge der Galle in Grammen	Beobachtung.
				Erster Tag
	0 Stde. 23 Min.	2	73	
	0 „ 21 „	3	52	
1	0 „ 10 „	3	24	
	0 „ 37 „	7	66	
2	0 „ 38 „	8	78	
3	1 „ 00 „	6	106	
4	1 „ 00 „	11	96	
5—6	1 „ 30 „	14	111	Galle kann nicht weiter gesammelt werden.
	3 „ 00 „	21	111	
	2 „ 12 „	18	111	
				Zweiter Tag
26	0 Stde. 18 Min.	44	111	Galle nur in minimaler Menge.
	0 „ 00 „	28	111	
	1 „ 10 „	78	111	
	1 „ 50 „	33	111	Die Gallensecretion ist sistirt.

Die an Schafen von Colin angestellten Versuche ergaben (für den Widder) die stündlich secernirte Menge von nur 7 Gr.

Pferde und Herbivoren sondern durchschnittlich 300 Gr. ab; das Schaf 50—60, das Ferkel 140—180 Gr.

Verdauende Eigenschaften des Pankreassaftes.

Der Pankreassaft enthält 3 Fermente. Das erste oder sogen. Pankreasptyalin (Amylumferment), dessen Wirkung von Valentin 1844 entdeckt wurde, reagirt viel energischer, als der ihm ähnliche Speichel; verwandelt sowohl rohe, als gekochte Stärke in Traubenzucker, ferner das Glycogen zu Dextrin und dann ebenfalls in Traubenzucker um, ist hingegen auf Rohrzucker und Inulin ohne Wirkung. Das zweite Ferment ist das Albuminferment; von Cl. Bernard 1855 entdeckt und von Corvisart 1858 als Pankreatin, von Kühne 1876 Trypsin benannt. Es wandelt die Eiweissstoffe zuerst in eine globulinartige Substanz, dann in Peptone um; löst den Leim, doch verhält es sich neutral gegenüber dem Nucleïn (A. Bókai) und

Hämoglobin (Hoppe-Seyler). Das dritte ist das verdauende Ferment für Fette. Seine Wirkung zeigt sich zuerst in der mechanisch erfolgten Emulsirung der Fette (Eberle); dann zersetzt es dieselben auf chemischem Wege zu Glycerin und Fettsäuren, und verseift sie bei Gegenwart von Alkalien.

Die chemische Zersetzung der Fette ist anscheinend darum von grösster Wichtigkeit, weil die freien Fettsäuren und Seifen das Verbleiben derselben im Emulsionszustande und deren leichtere Resorption befördern (Brücke).

Die Unterbindung des Ductus pancreaticus (Ductus Wirsungianus) überdauern Thiere verhältnissmässig leicht; blos Tauben sterben rasch ab (Langendorff). Nach Schiff bleiben Thiere auch nach Exstirpation der Drüse am Leben, ohne dass die Fettresorption litte.

In diesem Falle werden die Fette durch die Galle verdaut.

Histologische Structur der Leber.

Die Leber ist eine Maschenwerke bildende, zusammengesetzte tubulöse und zugleich die grösste, in den Verdauungstrakt hinein secernirende, bei verschiedenen Thieren aus mehrfachen Lappen gebildete Drüse. An ihrer untern, eventuell hintern Oberfläche, der Pforte (Porta hepatis), treten die Blut- und Lymphgefässe, ausserdem Nerven- und Gallengefässe aus und ein. Sie wird von der sogen. Glisson'schen Kapsel — einer aus Bindegewebe und elastischen Fasern gebildeten Membran — umhüllt, von welcher in die Lebersubstanz eigene isolirte Bindegewebsbalken hineinstrahlen, sich darinnen verzweigen und so die Leber in einzelne Läppchen von 1—2 Mm. Durchmesser, die sogen. Leberläppchen, oder -Inseln (Acini), abtheilen. Man kann diese Läppchen an Leberschnitten vom Schweine, dem Kameel und Eisbären wegen grösserer Reichhaltigkeit an Bindegewebe leicht zu Gesichte bekommen; beim Menschen und anderen Thieren aber dann, wenn solche die sogen. Muscatnussleber (Hyperämie) aufweisen. In diesen Leberläppchen befinden sich die Galle secernirenden, unregelmässig polygonalen, Epithelzellen ähnlichen, gelblichen und oft mit Pigmentkörnchen gefüllten, meist membranlosen Leberzellen (Fig. 71, *ms*). Im Hungerstadium fein granulirt und trübe, enthalten sie nach reichlicher Mahlzeit (etwa nach 13 Stunden) glänzende Glycogenschollen und oft Fetttröpfchen.

Untersucht man einen Querschnitt eines Leberacinus, so erscheint in dessen Mitte ein Hohlraum, der dem Querschnitte der Centralvene der Leber (*vch*) (Vena centralis hepatis) entspricht. Um diesen herum sind nun die Leberzellen radiär angeordnet. Werden gehärtete Leberschnitte ausgepinselt (in Glycerin mit dem Pinsel bearbeitet), so fallen die Leberzellen aus

und es bleibt ein mit zahlreichen Lymphkörperchen durchsetztes adenoides Bindegewebsmaschenwerk (*k*), als Ausläufer des die Leberläppchen umgebenden Bindegewebsnetzes, zurück, in dessen Zwischenräumen die Leberzellen eingeräumt sind. Neben diesem bindegewebigen Netzwerke treten feine Fasern in die Leberacini ein, welche der Neuroglia des Nervensystems gleichen (Fleischl, Kupfer).

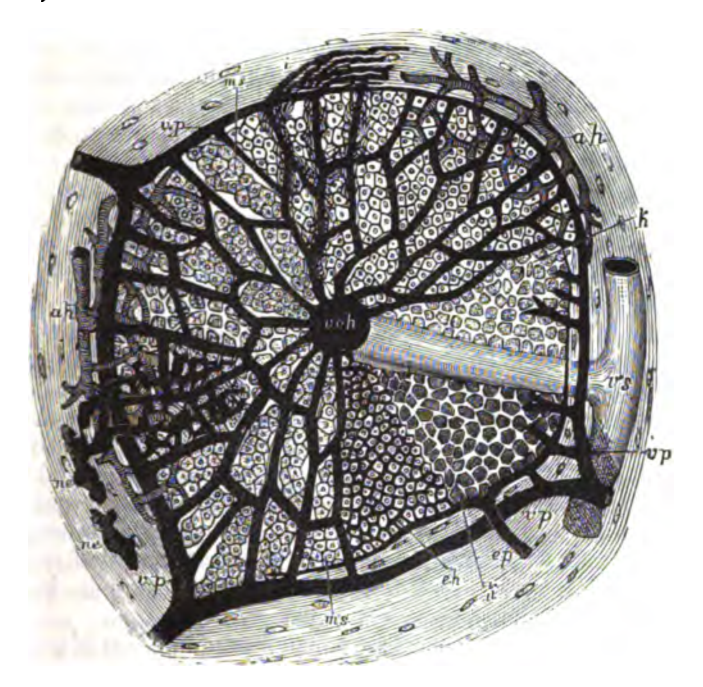


Fig. 71. Histologische Structur eines Leberläppchens (Acinus) (theils schematisch, theils nach Landois). *k* = Bindegewebsgerüste; *ms* = Leberzellen; *vch* = Vena centralis hepatis; *vs* = Vena sublobularia; *ah* = Arteria hepatis; *vp* = Vena portae; *ep* = Gallengänge in Gallencapillaren übergehend; *ne* = Lymphgefässe; *i* = Nerven.

Die Leber enthält dreierlei Blutgefässe; es treten deren zwei in die Leber ein, und zwar die Leberarterie (Arteria hepatis) (*a h*) und die Leberpfortader (Vena portae) (*v p*).

Aus der Leber kommt die Lebervene heraus und gibt das Blut an die aufsteigende oder untere Hohlvene (Vena cava ascendens, seu inferior) ab. Ausser diesen Gefässen finden sich noch Gallen- und Lymphgefässe in der Leber.

Wird die Pfortader mit einem Farbstoffe injicirt, so sehen wir dieselbe sich in der Leber baumartig verzweigen, und deren, die Leberläppchen umschliessenden Aeste (*vp*) zu Capillaren werden; diese umfassen hierauf 2—3 oder mehr Leberzellen zwischen ihre

Maschenräume und bilden ein den ganzen Acinus durchziehendes Capillarsystem, um dann in die Centralvene der Leber (*vch*) (Vena centralis hepatis) überzugehen. Die zwischen den Läppchen verlaufenden Gefässe nennen wir interlobuläre; jene, die sich in den Läppchen verzweigen, intralobuläre Blutgefässe.

Die Schlagader der Leber (*a h*) verzweigt sich gleichfalls nach ihrem Eintritte. Die um die Leberläppchen verlaufenden Aeste senden in die Acini ebenfalls Capillaren, welche sich jedoch nur an der Peripherie verzweigen, während sie das Centrum des Acinus unversorgt lassen und in die Capillaren der Pfortader übergehen. Die einzelnen, an der Peripherie der Acini befindlichen Aeste der Leberarterie versorgen (als Vasa vasorum) die Wandungen der Pfortader und der grösseren Gallengänge; theils anastomosiren die, von der Arterie entspringenden Capillaren mit den interlobulären Aesten der Pfortader, sich vorher in zwei Venenästchen zertheilend (Ferrein).

Bezüglich der Gallengefässe war man früher der Meinung, dass sie als Capillargefässe zwischen den Zellen ohne Membrana propria entspringen, und blos durch die Ausbuchtungen (Rinnen) der Zellen gebildet würden (Gerlach, Budge, Hering u. A.); es ist aber wahrscheinlicher, dass diesen Gallencapillargefässen eine structurlose Membran zukommt (Fritsch, Asp, Kölliker, Pflüger, Kupfer, Peszke, Heidenhain, Chrzonzewszki und Eberth haben diese Gefässe mit runden Hohlräumen der Zellen ebenfalls in Verbindung gesehen).

Die Gallencapillaren sind beträchtlich dünner und bilden ein dichteres Netz, als die Blutcapillaren, so dass jede Leberzelle durch Gallencapillargefässe umgrenzt wird.

Die grösseren Gallengefässe haben ferner eine bindegewebige (Adventitia) und ebenso eine Muskelhaut, und sind mit cubischen Endothelzellen ausgekleidet. Ihr Inhalt ergiesst sich, nachdem in dem intralobulären Bindegewebe mehrere zusammenstossen, endlich in den Lebergang (Ductus hepaticus). Dieselben verlassen das Organ durch die Leberpforte.

Die grössten Gallengänge besitzen eine eigentliche Schleimhaut. Bevor der Ductus hepaticus die Leber verlässt, finden sich an demselben acinöse Ausbuchtungen, die als Reservoire für die angesammelte Galle gedeutet werden können. Die Galle fliesst nun aus den Gallengefässen in den Lebergang (Ductus hepaticus) und von da auf dem Wege des Gallenblasenganges (Ductus cysticus) in die Gallenblase (Vesicula bilis, seu fellea). Contractionen der Gallenblase bringen die Galle in den Gallenblasengang und von da durch den aus Blasen- und Lebergang zusammengesetzten Gallengang (Ductus choledochus) in den Dünndarm.

Die Gallenblase besteht ihrer Structur nach aus einer äussern serösen Haut, darunter aus drei verschieden gerichteten Muskelschichten; zu innerst aus Bindegewebe und der Schleimhaut. Das Epithel der letztern ist in dünndarmähnlichen Zotten erhoben, welche von mit Säumen besetzten Cylinderepithelien bekleidet sind.

Ausser der Galle findet man in der Gallenblase öfters Fetttröpfchen und in krankhaften Zuständen auch Gallensteine. Die Gallenleiter und der Gallengang sind von gleicher Structur; nach aussen durch mit elastischen Fasern gemengtes Faserbindegewebe, in der Mitte glatte Muskelelemente, nach innen Schleimhautepithel cubischen Charakters gebildet.

Die Lymphgefässe (*ne*) treten mit den Bindegewebsbündeln zugleich in die Leber ein, verästeln sich mit jenen und bilden sowohl um die Läppchen herum, als in denselben Netze. Hier entstehen dann die pericapillären Netze (Mac Gillavry), laufen in der Wand der Lebervene (woher auch die Läppchen injicirbar sind) und der Pfortader entlang und umspinnen die Lebervenenäste (Ludwig, Fleischl, Budge). Die interlobulären grösseren Aeste, mit den erwähnten kleineren anastomosirend, verlassen das Organ an verschiedenen Stellen, bald an der Pforte, bald mit der Lebervene zusammen. Einzelne feinste Lymphgefäss-Aestchen kann man endlich noch zwischen dem reticulären Bindegewebsnetze der Lobuli entdecken (Ludwig, Fleischl, Griffini).

Bezüglich der Nervenendigungen behauptet Pflüger, dass die aus grauen und markhaltigen Nerven und dem zusammengesetzten Plexus hepaticus entspringenden Nerven mit den Blutgefässen und mit Ganglien verbunden in die Lobuli hineintreten, und vor der Endigung der Axencylinder in den einzelnen Zelle noch feine Netze bilden. Die Axencylinder-Endigung in der Zelle ist bis nun blos von Csabatáry constatirt; die meisten Forscher stimmen für den vasomotorischen Charakter der Nerven. Von Einzelnen wurden um die Capillargefässe herum feine Nervenfasern beobachtet (Fig. 71 *i*).

Vergleichende Angaben.

Bei den Wirbellosen ergiesst sich die Galle direct in den Darm, während die meisten Wirbelthiere an den Gallenausführungsgängen noch ein Reservoir, die Gallenblase, besitzen. Hingegen mangelt die Gallenblase bei einigen Wiederkäuern (Hirsch, Lama, Kameel), bei den Dickhäutern — mit Ausnahme des Schweines —, den Einhufern, bei vielen Nagern (Maus, Cricetus, Faulthier); ferner unter den Vögeln bei den meisten Papageien, Tauben, Strauss, der Rhea americana, den Cuculiden, Rhamphastos-Arten u. s. f.; unter den Fischen bei den Petromyzonten und Walen.

Die Gallengänge, durch welche die Galle während der Verdauung aus der Leber und Gallenblase direct in den Darmkanal, hingegen ausser dieser Zeit aus der Leber in die Gallenblase gelangt, weisen beim Menschen und verschiedenen Thieren verschiedene Varietäten auf. So vereinigt sich, wie

z. B. beim Menschen und vielen Thieren, der Lebergang (Ductus hepaticus) mit dem Gallenblasengange (Ductus cysticus), beide zusammen den Gallengang (Ductus choledochus) (Fig. 72) bildend, durch welchen die Galle in's Duodenum gelangt [bei den meisten Säugethieren, einzelnen Vögeln (Buceros), einigen Amphibien und Fischen (Lophius)].

Bei Phoca litorea münden zwei Lebergänge mit dem Gallenblasengange in den gemeinsamen Gallengang (1); bei einigen Säugethieren (Tarsius, Galeopithecus, Monotrema) und Fischen (Xiphias, Trigla, Accipenser) vereinigen sich mehrere (5—6) Lebergänge mit dem Gallenblasengange in den gemeinsamen Ductus (2). Ferner kommt es vor, dass ein Lebergang in die Gallenblase mündet, ein zweiter jedoch sich wie in den vorherbeschriebenen Fällen (Ductus hepatico-cysticus) (bei einigen Wiederkäuern, Schaf, Hund) verhält (3). Endlich fehlt zuweilen der gemeinsame Gang ganz, und der Lebergang geht dann als Ductus hepa-

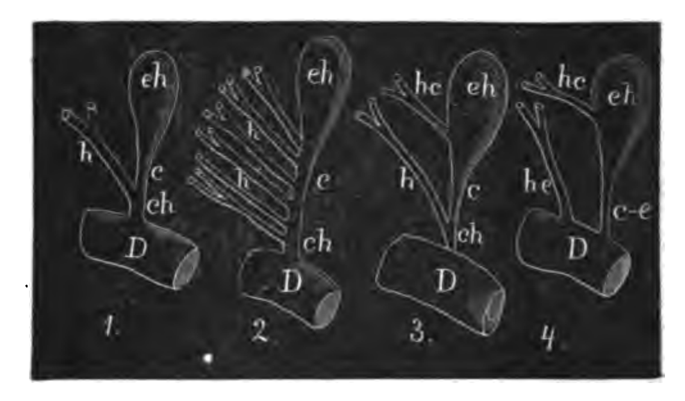


Fig. 72. Gallenblase verschiedener Säuger und deren verschiedenartige Einmündung in den Dünndarm mit dem gemeinsamen Gallengange. D = Duodenum; eh = Gallenblase; c = Ductus cysticus; h = D. hepaticus; ch = D. choledochus; hc = D. hepatico-cysticus; he = D. hepatico-entericus; ce = D. cystico-entericus (nach Nuhn).

tico-entericus direct in den Darm, während der Gallenblasengang isolirt in das Duodenum mündet. In diesem Falle leitet ein Lebergang Galle auch in die Blase, es entsteht dann ein Ductus hepatico-cysticus (4), wie unter den Säugern bei der Lutra vulgaris, meist bei allen Fischen und Amphibien, den Schildkröten und dem Nilkrokodil. Thiere ohne Gallenblase haben entweder blos einen grössern Ductus hepatico-entericus oder mehrere derartige kleinere in den Darm eingehende Aestchen (Petromyzon).

Bei den Käfern ersetzen die sogen. Malpighi'schen Gefässe (Gallengefässe) (mit grossen, gelben, pigmentkörnerhaltigen Drüsenzellen ausgekleidete Röhrchen) die Leber, und münden entweder in den Magen oder in den ein Duodenum vorstellenden Abschnitt des Darmes. Einige versetzen die Malpighi'schen Gefässe in den, dem Rectum entsprechenden Darmtheil. doch sprechen des Verfassers (s. Preisschrift über die Malpighi'schen Gefässe der Käfer, mit 2 farb. Tafeln im Jahrbuch der Aerzte und Naturforscher zu Fiume [ungarisch]) Untersuchungen für die Ansicht von Leydig, dass die Galle secernirenden Theile in den oben angeführten Darmtheil, die Harnorgane (unteren) in die unteren Darmparthieen einmünden.

Secretion der Galle.

Man erhält die Galle von Thieren durch Fisteln. Zu diesem Behufe wird der Ductus choledochus durch die Bauchwunde freigelegt, nahe dem Duodenum abgebunden, unterhalb der Schnürstelle abgeschnitten und entweder als dauernde Fistel in die Bauchwunde geheilt; oder eine Canule zeitweilig eingeführt und so die Galle zu physiologischen Zwecken abfliessen gelassen.

So machte Colin bereits 1850 Experimente an Pferden, Eseln, Rindern, Schafen, Ferkeln und Hunden.

Am Pferde wurden die Versuche durch Colin dermassen angestellt, dass in der Linea alba des liegenden und an den Extremitäten niedergebundenen Thieres ein 30—35 Cm. vom Proc. xyphoideus herabreichender Schnitt geführt wurde; dann holte er das Colon hervor und präparirte den Ductus hepaticus, in welchen eingeschnitten und eine 8—10 Mm. dicke und 50 Cm. lange Hohlsonde einführt und mit Ligaturen abgebunden wurde. Danach wurde das Colon reponirt, die Bauchwunde durch Nähte geschlossen, an die Sonde ein mit Sperrhahn versehener Ballon gebunden und das Thier aufstehen gelassen.

Das Experiment ergab das in den Tabellen S. 198 und 199 verzeichnete Resultat.

Colin zieht aus seinen Versuchen die Folgerung, dass die Gallenabsonderung eine constante sei, gleichgiltig, ob das Pferd fresse oder hungere; ferner dass hiebei keine derartig empfindlichen Schwankungen vorkommen, als bei derjenigen des Speichels oder des Pankreassaftes; ferner dass sie im Mittel 3—4stündlich 250 bis 300 Gr. beträgt, so dass bei einem Pferde gewöhnlicher Grösse die 24stündige Menge 6000 Gr. ausmacht; schliesslich dass die Galle in der Qualität keine Veränderung zeigt, was er auch für die übrigen Hausthiere annimmt. Beim Esel und beim Maulthiere war die stündliche Secretionsmenge 60—80 Gr. Beim Rinde ist es schwierig, Galle durch die Canule zu erzielen; die Fistel muss bei demselben an der Gallenblase angelegt werden. Auf diese Art bekam Colin von einem einjährigen Stiere 100 bis 120 Gr. Galle in einer Stunde.

Leichter kann die Fistel am Schafe gesetzt werden. Ein kleiner Widder gab in der ersten Stunde 18 Gr. Galle durch die Fistel, in der zweiten Stunde 15, der dritten 14, der vierten 10,der fünften 9, der sechsten 10, der siebenten 16 und der achten Stunde 12 Gr.

Das Schwein besitzt äusserst reichliche Gallensecretion. Ein solches Thier gab

160 Gr. in der ersten,
110 „ „ „ zweiten,
106 „ „ „ dritten,
96 „ „ „ vierten,
74 „ „ „ fünften und sechsten Stunde.

Erstes Pferd

Stunde	Zeit in Minuten	Menge in Grammen	Beobachtung
1	30	236	Das Thier ist auf.
	30	150	" " " "
2	30	32	" " liegt; Sonde zusammengedrückt.
	30	119	" " "
3	30	150	Liegt auf der Seite.
	30	146	" " " "
4	30	129	" " " "
	30	113	Das Thier ist auf.
5	30	120	" " " "
	30	132	" " " "
6	30	134	" " " "
	30		" " " "
7	30	119	" " " "
	30	110	" " " "
8	30	101	" " " "
	30	83	" " " "
9	30	75	" " " "
	30	71	" " " "
10	30	72	" " " "
	30	46	" " " "
11	30	49	" " " "
	30	43	" " " "
12	30	49	Frisst wenig, die Gallensecretion stockt von der 12.—25. Stunde.
	30	47	
24	30	46	
	30	79	
25	30	78	
	30	70	Das Thier ist auf.
26	30	65	" " " "
	30	65	" " " "
27	30	50	" " " "
	30	48	" " " "
28	30	47	" " " "
	30	45	" " " "
29	30	46	" " " "
	30	51	" " " "
30	30	59	" " " "
	30	56	" " " "
31	30	58	" " " "
	30	69	" " " "
36	30	60	" " " "
	30	63	" " " "

Zweites Pferd

Stunde	Zeit in Minuten	Menge in Grammen	Beobachtung
1	30	150	Das Thier liegt.
	30	158	" " "
2	30	123	" " "
	30	118	" " "
3	30	117	" " "
	30	104	" " "
4	30	102	" " "
	30	92	" " "
5	30	84	" " "
	30	75	" " "
6	30	77	" " "
	30	64	" " "
7	30	75	" " "
	30	77	" " "
8	30	74	" " "
	30	80	" " "
9	30	68	" " "
	30	62	" " "
10	30	60	" " "
	30	61	" " "
11	30	59	" " "
	30	62	" " "
12	30	48	Von der 12.—23. Stunde keine Gallenabsonderung.
	30	62	
23	30	60	
	30	59	
24	30	58	
	30	59	Das Thier ist auf.
25	30	69	" " " "
	30	65	" " " "
26	30	57	" " " "
	30	57	" " " "
27	30	56	" " " "
	30	66	" " " "
28	30	67	" " " "
	30	58	" " " "
29	30	55	" " " "
	30	58	" " " "
35	30	57	" " " "
	30	48	" " " "
36	30	46	" " " "
	30	45	" " " "

Beim Hunde fanden sich im Mittel 8—15 Gr. per Stunde.

Kölliker, Müller und Dalton kamen zu denselben Resultaten, und constatirten, dass in der 3., 5., 13. und 15. Stunde der Verdauung das Maximum der Secretion erreicht wird, welches bis über die 18. Stunde anhält. Nach Nasse kommen beim Hunde 12—28 Gr.; nach Bidder und Schmidt auf 15 bis 28 Gr., nach Kölliker und Müller 21—63 Gr. Galle auf 1 Kgr.

Mit dem Körpergewichte verglichen macht nach obigen Angaben beim Hunde die in 24 Stunden secernirte Menge $^1/_{83}$ bis $^1/_{15}$ des Körpergewichtes aus, beim Schafe $^1/_{400}$—$^1/_{60}$, beim Pferde $^1/_{66}$ (Colin), beim Kaninchen $^1/_8$ (Bidder und Schmidt), doch betrachtet Colin letztere Angabe als zu hoch gegriffen.

Zusammensetzung der Galle.

Die Galle stellt eine bräunlich oder grünlich-gelbliche, alkalisch reagirende Flüssigkeit von bitterem Geschmacke dar, deren specifisches Gewicht (beim Menschen) 1026—1032 beträgt. Den Hauptbestandtheil derselben bildet Wasser, in welchem verschiedene Substanzen gelöst erscheinen. Die Farbe der Galle rührt von darinnen vorfindlichen Farbstoffen her; und zwar enthält die Galle gewöhnlich zwei Farbstoffe: das Bilirubin ($C_{16}H_{18}N_2O_3$) oder Cholepyrrhin, welches sich in durchsichtigen, purpurrothen klinorhombischen Kristallen ausscheidet. Wird Galle mit Chloroform geschüttelt, so löst sich das Bilirubin und kann so von dem in Chloroform unlöslichen Biliverdin ($C_{16}H_{18}N_2O_4$) abgesondert werden. Letzteres gilt als Oxydationsproduct des erstern, doch ist dessen Umwandlung in Bilirubin bisher nicht zu Stande gebracht. Beim Stehen decomponiren sich die Farbstoffe der Galle und diese nimmt eine gelbbraune Färbung an.

Die Galle des Menschen und die frisch gelassene von Thieren ist von dem darin enthaltenen Bilirubin (Städeler) gelbbraun gefärbt. Dieses wird beim Stehen an der Luft infolge Aufnahme von Sauerstoff oder auch bei längerem Verweilen in der Gallenblase zu Biliverdin, welches bei Kaltblütern und Herbivoren vorwaltend und auch in der Placenta des Hundes gefunden wurde. Das Bilirubin wird bei Aufnahme von Hydrogen und Wasser (bei Fäulniss oder Zusatz von reducirendem Natronamalgam) zu Hydrobilirubin von Maly ($C_{32}H_{40}N_4O_7$) und ist ein constanter Bestandtheil des Darmkothes, auch wohl mit dem Urobilin des Harnes identisch (Stockvis). Krankheiten, in denen die rothen Blutkörperchen zu Grunde gehen, zeigen nach Cazeneuve regelmässig Urobilin im Harne.

Die Gallenfarbstoffe werden durch die Gmelin'sche Probe demonstrirt. Der Flüssigkeit wird salpetrige Säure enthaltende Salpetersäure zugesetzt, worauf bei Gegenwart der Gallenfarbstoffe eine Farbenumwandlung von Grün (Biliverdin) in Blau, Violett, Roth und schliesslich Gelb eintritt.

Das Bilicyanin ist somit eine in — mit Salpetersäure versetzter — Galle sich darstellende Substanz, welche entsteht, wenn bei der Gmelin'schen Reaction die oxydirende Eigenschaft der Säure bei Hervortreten der blauen Farbe ausser Action gesetzt wird. In Gallensteinen und faulender Galle wird ferner Bilifuscin gefunden, welches nichts weiter als Bilirubin + H_2O ist, ebenso das Biliprasin = Bilirubin + H_2O + O. Der auf Säurezusatz in gelber Färbung auftretende Stoff ist das Choletelin ($C_{16}H_{18}N_2O_6$) von Maly.

Ausser dem Angeführten kommt in der Galle eine Säure, die sogen. Chol- oder Cholalsäure vor, welche mit dem nitrogenhaltigen Glycin, Taurin und Natrium chemisch verbunden als glycocholsaures (Glycocholsäure = $C_{26}H_{43}NO_6$ + H_2O) und taurocholsaures (Taurocholsäure = $C_{26}H_{45}NSO_7$ + H_2O) Natrium in der Galle (des Menschen, der Säuger, Vögel und zahlreicher Kaltblüter) gefunden wird. Die Galle enthält überdiess noch Eisen, bei einigen Thieren (dem Menschen und Rinde) auch Kupfer; ferner Cholesterin ($C_{27}H_{43}OH$) (im Blute, den Nerven und dem Eidotter nachgewiesen), welches in der Galle durch gallensaure Salze in Lösung erhalten wird. Kalium, Chlornatrium, Chlorkalium, phosphorsaurer Kalk, Calcium, Magnesium, Mangan, Zink, Blei, Chlor, Phosphor, Kohlen- und Schwefelsäure kommen gleichfalls darinnen vor, ausserdem aber auch Schleim, der öfters die alkalische Reaction derselben bedingt. Unter die Gase der Galle zählt das Nitrogen und Oxygen; nach Liebermann aber blos Kohlensäure. Die Gallensteine bestehen zumeist aus Cholesterin.

Die Gallensäuren werden in thierischen Säften durch die Pettenkofer'sche Reaction ermittelt. Werden zu Galle oder einer gallensäurenhältigen Flüssigkeit einige Tropfen einer 10%igen Rohrzuckerlösung und dann Schwefelsäure zugesetzt, so entsteht eine purpurrothe Färbung. Das Spectrum dieser Flüssigkeit zeigt zwischen den Fraunhofer'schen Linien E und F zwei Absorptionsstreifen (Schenk). Zufällig in der Flüssigkeit anwesendes Eiweiss muss vor Ausführung der Reaction durch Kochen und Filtriren entfernt werden.

Die Gallensäuren bilden sich in der Leber, was aus dem Umstande erhellt, dass nach Exstirpation der Leber (Müller, Kunde, Moleschott) im Blute keine Gallenstoffe mehr gefunden werden.

Als organische Substanzen kommen in der Galle noch das Lecithin, (dessen Zersetzungsproducte das Neurin (Cholin) und die Glycerinphosphorsäure sind), ferner Palmitin, Oleïn, Stearin als Natronseifen; schliesslich Zuckerferment, Spuren von Harnstoff und in der Galle des Rindes auch Essigsäure, und Propionsäure (an Glycerin und Metalle gebunden) vor (Landois, Dogiel).

Die durchschnittliche Zusammensetzung der Galle in Procenten nach Hoppe-Seyler ist:

Menschen-Galle.

Wasser	82—90%	Lecithin	0·5%
Gallensaure Salze .	6—11 „	Mucin	1—3 „
Fette und Seifen .	2 „	Asche	0·61 „
Cholesterin . . .	0·4 „		

Hunde-Galle.

Bestandtheile in 100 Theilen	Gallenblaseninhalt		Frisch secernirte Galle	
	I	II	I	II
Mucin	0·454	0·245	0·053	
Taurocholsaures Alkali	11·959	12·602	3·460	
Cholesterin	0·449	0·133	0·074	
Lecithin	2·692	0·930	0·118	
Fette	3·841	0·083	0·335	
Seifen	3·155	0·194	0·127	
Organische, in Alkohol unlösliche Substanzen	0·973	0·274	0·442	0·543
Anorganische, in „ „ „	0·199	—	0·408	
K_2SO_4	0·004	—	0·022	
Na_2SO_4	0·050	—	0·046	
$NaCl$	0·015	—	0·185	
Na_2CO_3	0·005	—	0·056	
$Ca_2{}^3(PO_4)$	0·080	—	0·039	
$FePO_4$	0·017	—	0·021	
$CaCO_3$	0·019	—	0·030	
MgO	0·009	—	0·009	

In 1000 Theilen	Rindsgalle (Berzelius)	Schweinsgalle (Gundlach und Strecker)
Wasser	904·4	888·0
Feste Bestandtheile	95·6	112·0
Gallensaure Salze }	80·9	83·8
Fette }		22·8
Schleim und Pigment	3·0	
Anorganische Salze	12·6	5·4

Analyse der Gallenasche vom Rinde, nach Rose in 100 Theilen:

Chlornatrium	27·70	Manganoxydoxydul . .	0·12
Kalium	4·80	Phosphorsäure . . .	10·45
Natrium	36·73	Schwefelsäure	6·39
Calcium	1·43	Kohlensäure	11·26
Magnesium	0·53	Kieselsäure	0·36
Eisenoxyd	0·23		

Entstehung der Gallenfarbstoffe und der Gallensäure.

Eine überaus wichtige Frage ist nunmehr die nach der Herstammung des Gallenfarbstoffes und der Gallensäure; zumal das Blut, aus welchem die Galle in den Leberzellen gebildet wird, solche nicht enthält. Die Meinungen hierüber sind sehr verschieden. So behaupten Einige, dass der Blutfarbstoff, das im Hämoglobin enthaltene Hämatin, zu Gallenfarbstoff umgewandelt werde; einer andern Annahme nach würden die Gallensäuren durch die Function der Leberzellen in Pigment umgeändert, welche Hypothese durch das Experiment gestützt wird, indem nach Injection von Gallensäuren in die Blutgefässe eines Thieres im Harne desselben Gallenfarbstoff erscheint, was übrigens blos beweisen würde, dass die Blutkörperchen durch die Gallensäuren derartig beeinflusst werden (thatsächlich lösen sie dieselben), dass nunmehr die Entstehung von Gallenfarbstoff leichter erfolgt. Darüber ist wohl kein Zweifel, dass das Gallenpigment aus dem Hämoglobin infolge einer speciellen Function der Leber entstehe; es deutet darauf der Umstand, dass die in Blutextravasaten gebildeten Hämatoidinkristalle den Bilirubinkristallen vollkommen gleichen, wenngleich bemerkt sein soll, dass nach neuern Untersuchungen Hämatoidin und Bilirubin keine identischen Verbindungen sind.

Ueber die Entstehung des an Cholalsäure gebundenen Glycin und Taurin herrschen auch zweierlei Anschauungen. Nach der einen entsteht die Cholalsäure als Oxydationsproduct der Fette und Kohlehydrate und paart sich mit dem aus Oxydationsproducten der Albumine entstandenen Glycin und Taurin. Nach der andern Ansicht werden sowohl Cholalsäure als Glycin und Taurin infolge Oxydation der Eiweisskörper erzeugt. Experimente und Beobachtungen sprechen für beide Arten der Hypothesen.

Bildung der Galle aus dem Blute.

Es ist bis nun nicht sicher entschieden, welches Blutgefässsystem in der Leber es ist, aus dessen Blute die Galle gebildet wird. Wir haben in Obigem dargethan, dass in der Leber dreierlei Gefässarten: die Leberarterie, die Pfortader und die Lebervene, vorhanden sind. Nun ist leicht einzusehen, dass es nicht die Lebervene ist, aus der die Galle sich bildet, da diese das durch die Leber passirte Blut zum Herzen führt; es können somit an diesem Processe lediglich nur die Schlag- oder die Pfortader betheiligt sein. Den angestellten Versuchen zufolge kann die Galle aus dem Pfortaderblute hergeleitet werden, was durch die Structur der Leber wahrscheinlich wird. Die Pfortadercapillaren durchsetzen die Leberläppchen ganz, die Leberarterien hingegen bilden ihre Capillarnetze nur an der Peripherie derselben. Die Behauptung Einiger, dass blos der eine Theil der Leberzellen im Acinus Galle, der andere Theil hingegen Glycogen (Leberzucker) producire, ist bisher weder auf histologischer, noch physiologischer Basis nachgewiesen.

Bemerkenswerth ist — wie Heidenhain constatirte, — dass die Leberzellen im Hungerstadium anderer Structur sind, als die während des Nahrungsstadiums untersuchten. So sind

(Fig. 73 I.) die Leberzellen eines nach 36stündigem Fasten untersuchten Hundes (die aus der in Alkohol gehärteten Leber gemachten Schnitte wurden mit Carmin oder Hämatoxylin gefärbt) zart contourirt, fein granulirt, daher recht trübe, der Kern, obschon dunkel, doch verschwommen. Nach reichlicher Nahrung, etwa 12—14 Stunden (bei höchster Darmverdauung), zeigen die Zellen ein von obigen ganz verschiedenes Ansehen. Schnitte aus der in Alkohol gehärteten Leber, mit 0·6 % Kochsalzlösung untersucht, zeigen sich voll mit groben, besonders glänzenden Krümmeln (Fig. 73 II.), welche sich bei Zusatz von Jodkaliumlösung intensiv braunroth färben und aus diesem Grunde für Glycogen gehalten werden. In Kochsalz, Wasser, Glycerin, oder wenn die alkoholischen Schnitte in Tinctionsflüssigkeiten gelegt werden, lösen sie sich nach kurzer Zeit. Wir erhalten dann (bei III. und IV. der Fig. 73 dargestellte) von den im Hungerstadium untersuchten gänzlich abweichende Bilder. Jede Zelle ist von einem dichten Ring umgeben, aus dessen Centrum feine, mit dem Kern zusammenhängende Netze ausstrahlen und sich in der Zelle verzweigen (IV.); dabei tritt das Kernkörperchen deutlich hervor. Diese Netzfaserung wird nicht immer deutlich, die Zellen werden oft nur stark körnig (III.), und welche Körner in feine Faserbündelchen ausgehen und so die Ueberbleibsel des Netzwerkes — als Uebergangsstadium — darstellen, wobei angenommen werden kann, dass die körnige und in der Untersuchungsflüssigkeit unlösliche Substanz die Zwischenräume des Netzes ausfüllte und die Bündel verdeckte.

I. II.

III. IV.

Fig. 73. Leberschnitte. I. = Leberzellen eines nach 36stündigem Fasten untersuchten Hundes; II., III., IV. = bei reichlicher Fütterung nach 14 Stunden, und zwar II. = mit Glycogenschollen und III., IV. nach Lösung derselben (nach Heidenhain).

Ob nun die beschriebene und mit der Darmverdauung in engem Zusammenhange stehende Veränderung der Leber mit der Gallen- oder Glycogensecretion und Bildung einhergeht, ist bis nun nicht mit Sicherheit ermittelt. Experimentell bewiesen ist

jedoch, aus welchem Blute die Galle herstammt. Bei Unterbindung der Pfortader sistirt die Gallensecretion (und tritt baldiger Tod ein). Bei Verengerung der Pfortader ändert sich die Gallensecretion nicht. Wurde blos die Leberarterie abgebunden, so secernirte die Leber unbehindert weiter.

Aus diesen Versuchen kann demnach mit Recht gefolgert werden: dass die Leberarterie der Ernährung des Organes bevorsteht, hingegen die Pfortader hauptsächlich die Gallenbildung besorgt.

Dass Galle weder im Blute noch im Harne auftritt, trotzdem die Leberblutgefässe auf einander übergreifen und somit in endosmotischem Verhältnisse stehen, wäre dahin zu deuten, dass die zwischen den Leberzellen verlaufenden Gallenwege mit Wandungen versehen sind, welche unter normalen Verhältnissen diesen Flüssigkeitsaustausch hindern; ein solcher kann hingegen bei krankhaften Veränderungen (Icterus) erfolgen. Letzterer Fall kommt auf verschiedene Weise zu Stande, z. B. bei Anschwellung der Wände des Gallenausführungsganges infolge Katarrh, oder Verstopfung der Mündung durch Gallensteine wodurch die Galle nicht in den Dünndarm gelangen kann und Gallenstauung zu Wege kommt, worauf die Galle durch die Blutgefässe in's Blut diffundirt, dieses färbt und dadurch dem ganzen Organismus die charakteristische Färbung verleiht.

Physiologie der Gallen-Secretion.

Die Galle wird im Menschen und den Thieren in beträchtlicher Menge abgesondert; die genaue Menge derselben ist jedoch noch nicht bestimmt, da sämmtliche Eingriffe, z. B. Fistelanlegen und Einbinden der Canule derartig störend einwirken können, dass die Secretion dann nicht mehr der Norm entspricht. Nichtsdestoweniger sind die Versuche interessant und gestatten manchen Rückschluss auf die normalen Verhältnisse.

Auf die Gallensecretion ist ferner die Qualität der Nahrung von Einfluss; während dieselbe bei Fleischkost gesteigert erscheint, sinkt sie beträchtlich bei Fett- und Amylum-Nahrung. Während des Fastens soll — wie allgemein angenommen wird — die Secretion aufhören; doch wird diesem, von Colin auf Grund seiner an Hausthieren vorgenommenen Experimente aufgestellten Satze widersprochen. Wasserzufuhr steigert die Absonderung der Galle, doch sinkt hiebei die relative Menge der festen Bestandtheile. Ebenso ist der Einfluss des Nervensystems und verschiedener in's Blut gelangter Substanzen auf die Gallenbereitung nicht abzuweisen.

Terpentin steigert die Gallensecretion, was der direct auf die Leberzellen gerichteten Wirkung derselben zugeschrieben werden kann (Azary). Der Einfluss des Nervensystems, besonders der Medulla oblongata und des Rückenmarkes, wird dadurch erwiesen, dass wenn die genannten Organe angestochen werden (beim Frosche unter dem Kleinhirn, beim Kaninchen und Meerschwein-

chen in der Mitte des Sinus rhomboidalis, oder auch das Rückenmark in der Nähe der zu den oberen Extremitäten hinziehenden Wurzeln beim Frosche), so füllt sich nach einer Weile die Gallenblase bis zum Bersten (Thanhoffer).

Interessante und genaue Versuche auf diesem Gebiete verdanken wir Heidenhain und seinen Schülern. Sie stiessen an zwei verschiedenen Stellen des Rückenmarkes Nadeln ein und verbanden diese mit den Polen der elektrischen Batterie; ausserdem bestimmten sie die aus der in den Leberausführungsgang (Ductus hepaticus) eingebundenen Röhre abfliessende Gallenmenge unter Metronomschlägen vor und nach der elektrischen Reizung des ausspräparirten Splanchnicus. Sie fanden, dass bei elektrischer Reizung viel mehr Galle aus der Röhre ausfloss, als ohne solche. Daraus könnte gefolgert werden, dass bei elektrischer Reizung auf dem Wege der in die Leber ziehenden Nerven die mit ihnen zusammenhängenden Leberzellen gereizt würden und desswegen mehr Galle secernirten; doch ist die Angabe obiger Forscher mit unseren bisherigen Kenntnissen ungezwungener derartig in Einklang zu bringen, wenn wir annehmen, dass durch die Reizung der vasomotorischen Nerven des Organes eine Ausdehnung der Blutgefässe zu Stande kommt, so dass mehr Blut zu den constant functionirenden Leberzellen tritt, die aus dem reichlicher zuströmenden Serum dann mehr Galle liefern. Mit Constatirung der Nervenendigungen von Pflüger und Csabatáry für die Leberzellen würde dann auch der directe Nervenreiz nicht in Abrede gestellt werden können. Die rasche Blutcirculation in der Leber wirkt auf die Secretion befördernd. Unterbindung der Hohlvene oberhalb des Diaphragma — wobei das Blut in der Leber sich staut und unter grossen Druck gesetzt wird — sistirt die Secretion (Heidenhain).

Verdauende Wirkung der Galle.

Die verdauende Wirkung der Galle erstreckt sich auf die Fette. Solche werden in Emulsion verwandelt, d. h. in ausserordentliche feine Tröpfchen, eigentlich Molekeln, vertheilt und deren Umhüllung durch eine albuminöse, sogen. Haptogen-Membran, bewirkt. Ausserdem deckt die Galle auch die Wand der Därme und bringt zu Wege, dass das Fett bei Gegenwart von Wasser auch in die Resorptionsorgane, durch Membran und Zellöffnungen hindurch, gelangt. Eine weitere wichtige Aufgabe der Galle besteht angeblich darin, die Fäulniss der im Darmtrakte befindlichen Substanzen hintanzuhalten (s. u. die Beobachtungen von Voit). Ausserdem wird ihr in kleinem Maasse ein Zuckerfermentstoff (Diastase) zugeschrieben (Jacobson und Wittich). Schliesslich wirkt sie auf die Bewegungen des Darmes und der

Zotten anregend (Thanhoffer, Landois). Nach Leyden und Schülein sollen gallensaure Salze Diarrhöe und Erbrechen bewirken.

Voit machte an mit Gallenfisteln behafteten Hunden Untersuchungen und studirte die Resorption der Albumine, Kohlehydrate und Fette vor und nach der Anlegung der Gallenfistel; seine Ergebnisse lauten:

a) Die Verdauung und Resorption der aus Fleischnahrung gelieferten Albumine wurde durch Ausschluss der Galle nicht alterirt.

Der N-Gehalt des Darmkothes wuchs nicht und die Ausscheidung von Harnstoff blieb in gleicher Höhe bei gleicher Fleischzufuhr, sowohl vor als nach der Operation.

Ein ausschliesslich mit Fleisch genährter Hund blieb mit dem gleichen Fleische im N-Gleichgewicht, als vor der Operation; der dem Fleische beigemengte Leim wird ebenso resorbirt, als vor dem Anlegen der Fistel.

b) Die Resorption der zum Fleische hinzugefügten Kohlehydrate in Gestalt von Traubenzucker oder Brod änderte sich nach der Fistelbildung nicht, die Harnstoffmenge blieb die gleiche. Reine Brodnahrung wurde ebenso gut verdaut und zum N-Gleichgewicht ebenso viel Fleisch und Brod verbraucht, als vorher.

c) Hingegen litt die Fettresorption nach Anlegung der Fistel sehr bedeutend. Während bei normalen Verhältnissen von 150—250 Gr. Fett beinahe 99 % resorbirt und blos 1 % im Koth gefunden werden konnte, wurden mit der Fistel von 100—150 Gr. Fett blos 40 % resorbirt und 60 % unverändert ausgeschieden. Dabei machte schon diess wenige der Nahrung beigemengte Fett Verdauungsbeschwerden; viel Fettzufuhr bringt viel, — oft blutige — Entleerungen, Kollern und fötidstinkende Gasentwickelung hervor. Die Fäces enthalten viel unverdautes Fett, sind thon- oder weisslichgrau und von salbenartiger Consistenz, was natürlich auf den Stoffwechsel von Einfluss ist. Das Thier, welches vor der Operation mit einer bestimmten Menge Fleisch und Fett im N-Gleichgewicht erhalten werden konnte, wird diess nach der Operation nicht mehr; es verliert immer mehr an Körpergewicht und geht schliesslich zu Grunde. Die Unausnützung des Fettes im Darme ist zugleich Ursache der bekannten Gefrässigkeit mit Gallenfisteln versehener Hunde.

Es ist somit die Galle von grösster Wichtigkeit für die Fettresorption, jedoch hat sie nach Voit keine antiseptische Wirkung.

Ihre Hauptaufgabe wäre daher — nach Voit — nach Durchtränkung der Darmzotten die Resorption des emulsirten Fettes zu befördern, was auch Wittinghausen bereits durch Experimente bewies. Das Fett wird nach Voit mit Gewissheit zum grossen Theile unverändert resorbirt, die Spaltung desselben durch den Pankreassaft ist von untergeordneter Bedeutung.

Das in den Fäces eines fistelbehafteten Hundes vorfindliche Fett ist ebenfalls nach Voit neutrales Fett (dem übrigens Röhmann widerspricht).

Histologische Structur des Dickdarmes.

Der Dickdarm, mitsammt dem Blinddarme und dem dem letztern anhaftenden Wurmfortsatze und dem Colon, ist aus denselben Schichten zusammengesetzt, als Magen und Dünndarm. Diese sind von innen nach aussen: Schleimhaut, submucöses Bindegewebe mit der Muscularis mucosae, die beiden Muskelschichten und die seröse Haut.

Die Schleimhaut bildet Falten (Fig. 74 *R*), denen aber die Benennung von Zotten nicht mehr zukommt; denn während die

Zotten ein über den Drüsen stehendes eigenes Organ darstellen, münden die Ausführungsgänge der Drüsen (*b*) auf diesen Falten, deren Grundgewebe durch das submucöse Bindegewebe (*d*) gebildet wird. Die Schleimhaut ist von einschichtigen Cylinderzellen (*a*) bedeckt, ebenso wie im Magen und Dünndarme, doch sind diese niedriger, wie in den erwähnten Organen; zwischen den Cylinderzellen finden sich häufig auch sogenannte Kelchzellen (Becherzellen).

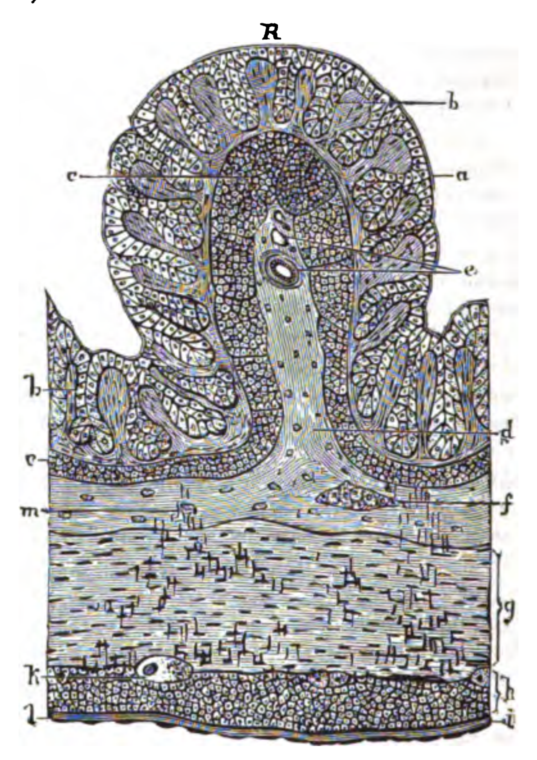


Fig. 74. Querschnitt vom Dickdarme des Kaninchens. Vergr. 80. *R* = Schleimhautfalte; *a* = Cylinderzellen; *b* = Drüsen; *c* = ringsverlaufende Muscularis mucosae; *d* = Bindegewebe; *m* = Muskelzellen aus der äussern Muskelschichte zur Muscularis mucosae, verlaufend; *e* = Blutgefäss-Querschnitte; *f* = Meissner-Remak-scher Nervenplexus; *g* = inneres, *h* = äusseres Muskellager; *k* = dazwischenliegende Ganglienzellen des Plexus Auerbachi; *i* = seröse Haut; *l* = Endothelzellenschichte.

Die an der Spitze der Falten mündenden Drüsen (*b*) sind unten einfach oder in zwei (beim Kaninchen auch drei) Aeste getheilt und, sowohl was Structur als Function anbelangt, den Lieberkühn'schen Drüsen gleich, da sie ebenfalls Darmsaft secerniren.

Ausser diesen Drüsenelementen finden sich in den Wandungen im ganzen Verlaufe des Dickdarmes einzelne, isolirte Lymphdrüschen, welche hingegen im Wurmfortsatze eng aneinander gereiht erscheinen.

Eigentliche sogen. Peyer'sche Follikel fehlen im Dickdarme (Krause), ebenso gibt es über den Lymphfollikeln keine Lieberkühn'schen Drüsen (Crypten). Beim Kaninchen sind die Lymphfollikel im Wurmfortsatze derartig dicht bei einander, dass sie sich berühren; ausserdem besitzt dasselbe in den oberen Parthieen des Dickdarmes grössere Falten, an deren Oberfläche Lieberkühn'sche Drüsen ausmünden [während beim Menschen die Zotten, von der am Anfange des Dickdarmes vorfindlichen Klappe an (Valvula coli) fehlen]. Das Bindegewebe ist reich an Lymphgefässnetzen; die Chylusgefässe laufen in den Falten nach aufwärts und bilden in der Höhe derselben reiche Maschenwerke im Bindegewebe.

Unter der Drüsenschichte verläuft das submucöse Bindegewebe, welches aus adenoider, durch ein sternförmiges Zellennetzwerk gebildeter Substanz besteht, doch öfters dermassen von faserigem Gewebe durchsetzt ist, dass dabei die netzartige Substanz nicht zur Geltung kommt. Blutgefässe und Nerven sind zahlreich vertreten. Erstere bilden um die Drüsen, gleichwie im Dünndarme reichverzweigte Netze; die Nerven sind ebenfalls verzweigt und treten mit einigen Ganglien in Verbindung.

Die Muscularis mucosae (*c*) ist aus, in zweierlei Richtung nämlich aufwärts strebenden und ringförmig angeordneten Muskelfaserbündeln zusammengesetzt. Besonders gut ersichtlich sind die beiden Schichten am Dickdarme des Kaninchens, wo die Ringsfasern — nicht wie bisher angenommen und in den Lehrbüchern dargestellt wurde — unter den Falten in einer schmalen Schichte, sondern im Gegentheile bedeutend verstärkt zur Spitze der Falte hinziehen, dort umbiegen und auf der entgegengesetzten Seite herabgehen, wobei sie an der Spitze die grösste Ausbreitung erlangen. Wir kommen auf diese Verhältnisse noch bei der Abhandlung über die Resorption zurück.

Die auf das submucöse Bindegewebe folgenden zwei dicken Muskelschichten und die seröse Haut ist genau, wie die des Magens und Dünndarmes beschaffen. Die im submucösen Bindegewebe (*f*) und zwischen beiden Muskellagern vorfindlichen Nervenplexus (*k*), mit denen des Dünndarmes gleichbedeutend und benannt. An der Stelle, wo der Dickdarm am Dünndarme anstösst, findet sich sowohl beim Hunde, als beim Kaninchen, der stark entwickelte Wurmfortsatz.

Verdauung im Dickdarme.

In den oberen Parthieen des Dickdarmes erfolgt besonders bei reichlicher Nahrung in gewissem Grade noch Verdauung; die

unteren Parthieen verdauen nur sehr wenig, oder wahrscheinlich auch gar nicht. Resorption findet hingegen im ganzen Dickdarme statt.

Der Dickdarmsaft wird von den, in den Wandungen desselben eingelagerten Lieberkühn'schen Drüsen geliefert und besitzt dieselben verdauenden Eigenschaften, als derjenige des Dünndarmes: indem er Amylum in Zucker, und die Albumine in Peptone verwandelt.

Die Verdauungsfähigkeit des Dickdarmes ist jedoch nicht von zu grosser Tragweite; da der grösste Theil der Nahrungsmittel im Magen und Dünndarm verdaut wird, fällt ihm blos ein minimaler Theil dieser Function zu. Hier wird jedoch, nach ausgiebigster Resorption, das verdaute und unverdaute Speisematerial stetig eingedickt, zu Fäces umgewandelt, um dann als Kothballen während der langsamen Contractionen des Dickdarmes in den Mastdarm befördert zu werden.

Im Dickdarme tritt somit der Fäulnissprocess mehr in den Vordergrund, als die Fermentation und Verdauung; die Resorption ist gleichfalls intensiver, als die letztere. Im Anfangstheile des Dickdarmes ist der Darminhalt ein genügend flüssiger Brei, welcher in dessen unteren Parthieen erst zusammengeballt und consistent wird.

Bei saurer Reaction gehen die Fermentationsprocesse im Blinddarme in gesteigertem Maassstabe vor sich, als in den übrigen Darmparthieen, so z. B. beim Kaninchen; beim Menschen stellt dieser vermöge der vielen darinnen enthaltenen Lymphfollikel mehr ein Resorptionsorgan dar (Landois).

Histologische Structur des Mastdarmes.

Der Mastdarm zeigt, mit geringer Ausnahme, dieselbe Structur, als der Dickdarm; doch zeichnet er sich durch grössere Dicke der Wandungen aus. Der Grund dieser Erscheinung liegt hauptsächlich in der stärkern Entwickelung der Muskelelemente, ferner darin, dass demselben beim Austritte aus dem Peritonealsacke aus der Umgebung, besonders dem Musculus levator ani zahlreiche Muskelbündel zugeführt werden.

Das Bauchfell desselben ist (ebenso das submucöse Bindegewebe) verdickt, und verlaufen dessen sich stetig vermehrende Elemente theils in der Regio analis, theils zwischen den Bündeln des Musc. sphincter ani externus (äusserer Schliessmuskel des Afters).

Die am Mastdarme vorfindlichen Falten sind ebenfalls mit Cylinderzellen besetzt. Zu den glatten Muskelelementen treten gegen den After immer mehr quergestreifte Fasern hinzu, welche an der Afteröffnung zwei Schliessmuskeln, den innern und äussern (M. sphincter ani internus et externus) bilden.

Von diesen ist der innere vorwiegend aus glatten Fasern, — jedoch mit quergestreiften Elementen untermengt —; der äussere nur aus quergestreiften Muskelfasern zusammengesetzt. Der letztere öffnet und schliesst sich, vom Willen des Menschen oder Thieres bis zu einer bestimmten Grenze abhängig; doch kommt es vor, dass er, durch Entzündungsprocesse oder Entartungen gelähmt, unwillkürlich geöffnet bleibt, was bei mancherlei Rückenmarkskrankheiten gleichfalls erfolgt.

Die Schleimhaut ist gegen die Afteröffnung (Anus) zu mit immer niedrigeren Cylinderzellen bedeckt, welche (beim Menschen) ober der Analöffnung, an den sogen. Morgagni'schen Falten (Columnae Morgagni) in das Plattenepithel der Epidermis übergehen.

Bei der Ratte und dem Meerschweinchen ist der Uebergang der Cylinderzellen in Plattenepithel ein plötzlicher.

In der Schleimhaut finden sich gleichfalls Lieberkühn'sche Drüsen von grösserer Länge und Weite, als im übrigen Darmtrakte (Verson), daneben einzelne zerstreute Lymphfollikel.

Bei der Ratte fehlen die oben erwähnten Morgagni'schen Längsfalten und — während die Lieberkühn'schen Drüsen beim Menschen sich bis zu diesen Schleimhautfalten erstrecken — sind diejenigen der Ratte bis zu den Schliessmuskeln vorfindlich.

Der streifige Saum der Cylinderzellen des Mastdarmes erscheint beim Menschen, Hund, Katze, Kaninchen, Meerschweinchen, Ratte und beim Frosche (Verson).

In den unteren Parthieen der Morgagni'schen Falten finden sich bereits Talgdrüsen an Stelle der Lieberkühn'schen Crypten. Die Nerven und Ganglien des Mastdarmes differiren von denen des übrigen Darmtraktes nicht.

Verdauung und Zersetzung im Mastdarme.

Darmkoth (Faeces).

Von einer Verdauung im Mastdarme kann füglich nicht die Rede sein, da in demselben mehr Zersetzungs- und Resorptionsvorgänge erfolgen. Es gelang zwar bisweilen, Menschen durch den Mastdarm mittelst in Suppen gelöster Eiweissstoffe zu ernähren; doch blieb hiebei immer die Frage offen, ob die Substanzen vermöge der Darmbewegung nicht in den Dünndarm, oder umgekehrt, ob in den Mastdarm nicht aus dem Magen und Dünndarm, Verdauungssäfte gelangten. Der Mastdarm hat hauptsächlich die Aufgabe der Entleerung der in ihm aufgestapelten und mit Schleim überzogenen Fäces.

Die Fäces werden von, durch die innewohnenden Gase stinkenden, mehr oder minder dichten, für den Organismus schäd-

lichen und desshalb zu eliminirenden Substanzen gebildet. Der Koth der Carnivoren unterscheidet sich wesentlich von dem der Herbivoren. Je dünnflüssiger der Koth, um so grösser ist sein Wassergehalt; doch ist derselbe auch bei festen Fäces immer noch ein beträchtlicher. Ausser dem Wasser enthalten die Fäces noch Substanzen, welche infolge zu reichlicher Nahrungszufuhr oder aus anderen Gründen unverdaut blieben, unter normalen Umständen jedoch verdaulich sind; so kommt darinnen Fett, Amylum (nach Schmidt-Mülheim bei Herbivoren jedoch kein unverändertes Amylum) u. A. m. vor.

Derartige un- oder schwerverdauliche Stoffe sind die thierischen und pflanzlichen elastischen Fasern, die Chlorophyllkörner, die Harze und das Wachs; für die Fleischfresser die Holzfasern und die Cellulose; sämmtlich bei mikroskopischer Untersuchung in den Fäces nachweisbar. Bei Herbivoren finden sich in den Fäces (obschon diese zum grössten Theil Cellulose verdauen) die Hüllen vieler Samen, wie bei den Carnivoren auch Membranen der Muskelröhren etc.

Auf chemischem Wege enthalten die Fäces Milch- und Buttersäure, brennbare und nichtbrennbare Gase (Oxygen, Hydrogen, Kohlensäure, Kohlenwasserstoff, Hydrothion u. s. w.), ausserdem kommen verschiedene Salze (so z. B. Kristalle von phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia in ihren leichtkenntlichen Sargdeckelformen) vor.

Die Fäces befinden sich stets in einem gewissen Grade der Fäulniss, welche durch die Galle verzögert, nicht aber aufgehalten wird (von Voit übrigens in Abrede gestellt).

Die Keime der mit den Nahrungsmitteln in den Darmkanal eingeführten Mikroorganismen (Bacterien) bedingen gleichfalls Zersetzungen, woraus in den Fäces verschiedene Verbindungen resultiren, die entweder gasförmige, flüssige oder feste sind.

Kolbe und Ruge fanden die menschlichen Darmgase folgendermassen zusammengesetzt:

Nahrungsmittel	CO_2	H	CH_4	N	H_2S
Milch	16·8	43·3	0·9	38·3	die Menge
Fleisch	12·4	2·1	27·5	57·8	wurde nicht
Hülsenfrüchte	21·0	4·0	55·9	18·9	bestimmt

Die Analyse der Dünndarmgase in % beim Hunde lautet nach Planer:

Nahrungsmittel	CO_2	N	H	O
Fleisch	40·1	45·5	13·9	0·5
Brod	38·3	54·2	6·3	0·7
Hülsenfrüchte	47·3	4·0	48·7	—

Die Analyse für die Gase des Dickdarmes in % vom Hunde ergibt:

Nahrungsmittel	CO_2	N	O	H	Schwefel-hydrogen
Nach 6tägiger Fleischkost . . .	74·19	28·00	0·63	1·41	0·77
„ 4 „ „ . . .	82·12	13·32	—	2·40	Spuren
„ 4 „ Kost mit Hülsenfrüchten	65·13	5·9	—	28·97	—

Der Sauerstoff gelangt beim Schlingen und mit den Nahrungsmitteln in den Verdauungstrakt; die Kohlensäure diffundirt angeblich durch die Gefässwände zum Darminhalte. Hydrogen und Kohlensäure kommen infolge Fermentation aus den noch nicht resorbirten Kohlehydraten (aus dem Amylum, dem Inosit und einigen andern Zuckerarten), was nach Planer schon im Dünndarme erfolgen kann. Der Traubenzucker wird durch Fermentkeime zu Milchsäure. [Es wird diess durch eine Pilzspore, den Milch-Gährungspilz von Pasteur, das Bacterium lacticum Cohn's (ein stäbchenförmiger Mikroorganismus) bewirkt.] Die Milchsäure kann bei Einwirkung des Bacillus subtilis Cohn, und Wasseraufnahme auch zu Buttersäure zerfallen. Der Milchzucker wird durch dieses Ferment zu Traubenzucker, dann aber in Milchsäure umgewandelt. Der Fäulnissprocess umwandelt Amylum in Zucker, und bringt weitere Zersetzungen zu Wege. Bei der Fettresorption bildet sich im Darme angeblich auch Glycerin, welches dann bei Fäulniss in Bernstein- und Fettsäuren — bei Entstehung von Hydrogen und Kohlensäure — zerfallen kann.

Aus der Zersetzung N-loser Körper im Darme resultirt das Sumpfgas (CH_4 = Methylhydrogen) und Kohlensäure, besonders wenn die Ernährung durch Hülsenfrüchte erfolgt.

Die Fäulnissproducte der Eiweissstoffe im Darmkanale sind sehr mannigfaltig. Die verdauende Eigenschaft des Pankreassecretes bringt Zersetzung der Albumine in Leucin, Tyrosin und Asparaginsäure zu Wege. Beim Fäulnissprocesse jedoch werden im Dickdarme hochgradige Zersetzungen zu Stande gebracht, deren Product das Indol (C_8H_7N), Phenol und Skatol (C_9H_9N) — alles sehr übelriechende Stoffe — sind; daneben entsteht noch Kohlensäure, Hydrogen und Sumpfgas.

Aus dem Leim wird infolge Zersetzung Leucin, Ammoniak, Essigsäure, Kohlensäure, Buttersäure, Baldriansäure und Glycerin gebildet. Das Mucin und Nuclein erleidet keine Veränderung. Ausserdem kommt Valerian- und Capronsäure vor. Marcet fand ausserdem in den Fäces des Menschen das Excretin, eine Substanz von unbekannter Zusammensetzung. Der Darminhalt ist im Abschnitte unterhalb des Magens von saurer, noch tiefer wegen des Pankreas und Darmsaftes von neutraler, zu unterst

von alkalischer Reaction (Landois). Nach den Untersuchungen von Schmidt-Mülheim zeigt das obere Drittheil des Dünndarmes vom Hunde saure, und nur das untere Drittheil neutrale, oder alkalische Reaction.

Ebenso verhält sich der Dickdarm, obschon darin wegen der sauren Gährung zumeist saure Reaction auftritt.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die %-Zusammensetzung des Darminhaltes von mit Wiesengras genährten Schafen.

	Blinddarm	Dickdarm	Mastdarm
Holzfaser (Rohfaser)	28·69	32·00	32·14
N-haltige Substanzen	14·69	15·69	14·00
N-lose und fette Substanzen . .	40·31	38·05	41·66
Aschenbestandtheile	16·31	14·26	12·20

Im Kothe kommen ferner als Derivate der Galle das Hydrobilirubin (nach Maly mit Stercobilin identisch), Gallensäurenderivate und Cholesterin vor. Hydrobilirubin und das Chlorophyll bedingen die Farbe der Fäces. Von Gallensäuren findet man im Kothe blos die Glycocholsäure, da die Taurocholsäure im Dünndarme bereits in Taurin und Cholalsäure zerlegt wird. Hoppe-Seyler fand im Kothe des Rindes blos Glycocholsäure, in dem des Hundes nur Cholalsäure.

Die Fäces der Herbivoren sind reichlicher und dünnflüssiger, als die der Körnerfressenden; noch weniger und dichtern Koth produciren die Carnivoren. Knochenfressende Thiere haben trockene, graulichweisse und zumeist aus Kalksalzen bestehende Fäces. Das Verhältniss zwischen Wasser und festen Theilen ist aus nachfolgender, Roger entnommener Tabelle ersichtlich:

In 1000 Theilen beim	Pferde	Rinde	Schwein	Schaf
Wasser	772·5	824·5	771·3	568·7
Feste Bestandtheile	227·5	175·5	228·7	435·3

Die Salze zeigen folgende Percentuation:

	Pferd	Rind	Schwein	Schaf
Kochsalz	0·03	0·23	0·89	0·14
Kali	11·30	2·91	3·60	8·32
Natron	1·98	0·98	3·44	3·28
Kalk	4·63	5·71	2·03	18·15
Magnesia	3·84	11·47	2·24	5·45
Eisenoxyd	1·44	5·22	5·57	2·10
Phosphorsäure	10·22	8·47	5·39	9·10
Schwefelsäure	1·83	1·77	0·90	2·69
Kohlensäure	—	—	0·60	Spuren
Kieselerde	62·40	62·54	13·19	50·11
Sand	—	—	61·37	—
Manganoxydul-Oxyd	2·13	—	—	—

(Ausscheidung der Fäces s. S. 126.)

Verdauungsfähigkeit; Verdaulichkeit und Ausnutzung der Nahrungsmittel.

Die Verdauung ist in Bezug auf Qualität, den Verlauf und das Endresultat bei allen Thieren derjenigen im Menschen gleich; die Intensität hängt jedoch von der Qualität und Quantität der Nährstoffe, dann von der Structur des Verdauungstraktes ab. Der Verdauungskanal der Carnivoren und des Menschen ist um ein Bedeutendes kürzer, als derjenige z. B. der Pflanzenfresser (Wiederkäuer); jene kommen mit weniger und leicht assimilirbarer, diese mit viel mehr, doch schwerer ausnützbarer Nahrung aus. Der Magen des Menschen und der Carnivoren ist schon vermöge seines hohen Säuregehaltes zur bessern Verdauung der Albumine eingerichtet, als der weniger säurehaltige der Pflanzenfresser, welche aber mehr Kohlehydrate infolge ihres zuckerfermentativen Secretes zu verdauen vermögen.

Das Fett wird sowohl von pflanzen- als fleischfressenden Thieren mit gleicher Energie verdaut. Zwischen den sich mit Milch nährenden jungen Thieren gibt es diessbezüglich keine Unterschiede; sobald diese feste Nahrungsmittel zu sich zu nehmen beginnen, erfährt der Verdauungskanal derselben, speciell der Magen mannigfache Umgestaltung, und wird der Unterschied in Bezug der Ernährungsweise, Auswahl der Nahrungsmittel und die Zeit der Verdauung um so grösser. Die Ausbildung und Accommodation für Nahrungsmittel kann bestens am Magen der Wiederkäuer studirt werden. Wir beschränken uns auf den Hinweis der in Fig. 58 und 59 dargestellten Unterschiede des Schafmagens.

Der vierte Magen (Labmagen) ist beim neugeborenen Schafe — wie bei dem ersten Vergleiche ersichtlich — sehr gut ausgebildet, der Vormagen (Pansen) hingegen zurückgeblieben; was natürlich erscheint, da die Milch nicht im Vormagen, sondern im Labmagen und in den Därmen verdaut wird. Sobald das Thier schwerer verdauliche und ausnützbare Speise zu sich nimmt, wächst der Rumen und wird im ausgewachsenen Thiere zum grössten Abschnitte des Magenapparates, während die übrigen Magentheile sich im geringeren Maassstabe vergrössern.

Nach Henneberg und Stohmann nützt ein zweijähriger Ochse Rohfutter folgendermassen aus:

Futterstoff	Albumine	Rohfaser	N-lose Extractivstoffe und Fett
Haferstroh	49%	55%	44%
Weizenstroh	26 „	52 „	39 „
Bohnenstroh	51 „	36 „	62 „
Kleestroh	51 „	39 „	67 „
Wiesenheu	60 „	60 „	67 „

Nach Schmidt-Mülheim sind die Bestimmungsmethoden der Agricultur-Chemiker über Ausnützung der Nährstoffe nicht ausreichend; man kann aus den gegebenen Daten nie genau entnehmen, wie viel Eiweiss, Fett oder andere Substanz verdaut, respective aus dem Nahrungsmittel ausgenützt wurde; weil die Genannten, z. B. unter Rohfaser eine Substanz verstehen, welche nach Behandlung der Futterstoffe mit diluirten Säuren oder mit Kalilauge zurückbleibt, und welche übrigens ein Gemisch der diversesten Substanzen ist. Wie bekannt, bildet die Rohfaser das Gerüste der Pflanzen und besteht im jungen Zustande hauptsächlich aus Cellulose; später legt sich dann um diese herum das Lignin an, von dem wir nur wissen, dass sein C-Gehalt grösser ist, als derjenige der Cellulose, und dass es durch Verdauungssäfte nicht alterirt wird, während die Cellulose von den Herbivoren verdaut wird. Je mehr Lignin demnach ein Futter enthält, um so weniger Rohfaser vermag das Thier zu verdauen. Unter rohem Fett verstehen ferner die Untersucher alle mit Aether extrahirbaren Stoffe, also nicht Fett allein; mit Aether jedoch können diverse Stoffe, z. B. Chlorophyll, Harz, Wachs u. s. w. ausgezogen werden, die ebenfalls durch Verdauungssäfte keine Veränderung erleiden. Wenn sie nun den Rohfaserstoff und das Rohfett, daneben das Rohproteïn und die reine Asche bestimmt hatten, so betrachteten sie den Rückstand als N-lose Extractivstoffe. Es ist selbstverständlich, dass darin nicht allein stickstofflose Extractivstoffe gefunden werden. Trotz alledem können — obschon der Einwurf Schmidt's vollkommene Berechtigung hat — die Experimentsresultate und Angaben so ausgezeichneter Agricultur-Chemiker wie Henneberg, Stohmann, Kühn und Wolf als relative Werthe vollinhaltlich verwendet werden.

Man verdankt Henneberg und Stohmann die Kenntniss, dass die Verdaulichkeit ein und desselben Rohfutters alterirt wird, sobald man daneben einen zweiten Nährstoff verabfolgt. Mit Stärke gemengt leidet die Ausnützbarkeit jedweden Bestandtheiles des Rohfutters; durch Hinzufügen von Rüböl wird die Ausnützung des Albumins und noch mehr der Rohfaser befördert. Die Verdaulichkeit des Rohfutters sinkt, wenn es mit leichtverdaulichen Substanzen (Eiweiss, Stärke, Zucker) gemengt wurde.

Bezüglich der Verdauungszeit der Rohfutterstoffe wurde gefunden: Bei Abwechslung im Rohfutter zeigen die Fäces des Rindes nach etwa 5 Tagen die dem neuen Futter entsprechende Zusammensetzung; dabei wurde bemerkt, dass die unverdauten Reste von Wiesenheu um 30 Stunden früher ausgeschieden wurden, als die von Weizenstroh herrührenden.

Auffällig ist der Umstand, dass das Rindvieh auch thierische Nahrungsstoffe auszunützen vermag. So werden in Island Kühe zeitweise mit nicht unbeträchtlichen Mengen getrockneter Fische gefüttert.

Weiske hat an einem 6 und einem 8 Monate alten Kalbe Versuche mit verschiedenem Futtergemenge angestellt und die Verdaulichkeit der im Ganzen eingenommenen Körner untersucht, und fand folgende Resultate:

	von Hafer	Lein	Roggen	Weizen
Es wurden verdaut	91·4%	58·2%	94·6%	36·3%
	91·5 „	57·4 „	94·9 „	36·7 „

Beim Schafe fanden sich dieselben Resultate wie beim Rinde. Beimischung von Stärke oder Zucker zum Futter vermindert die

Verdaulichkeit der Albumine im Heu wesentlich, ebenso — wenn auch im geringern Maasse — die des Rohfaserstoffes; reines Eiweiss alterirt die Verdaulichkeit des Futters unbedeutend (Schultze und Märker). Zuckerhaltige Stoffe werden ganz verdaut, Rübenzucker blos theilweise. Von Kartoffelstärke werden etwa 80%, Oel in hohem Grade verdaut, doch stört letzteres bei reichlicher Darreichung die Ausnützung der Rohfaser (Hofmeister). Nach Wildt verdauen Lämmer, die mit Gerstenstroh und daneben Blut- oder Fleischmehl*) genährt wurden, vom Blutmehl 62%, vom Fleischmehl 95%.

Die von Haubner mit Hofmeister zusammen an Pferden angestellten Versuche ergaben, dass das Pferd gleichfalls die Fähigkeit besitzt, Rohfaser zu verdauen. Hingegen verdaut es Wiesengras schlechter, als das Rindvieh. Bekannt sind die Versuche Colin's, der in den Magen von Pferden Frösche einlegte und nach 15 Stunden Theile des Skelettes der vollkommen verdauten Frösche im Blinddarme des getödteten Thieres vorfand. Ebenso kann das Pferd Fische verdauen. Ein anderes Mal verabreichte Colin einem Pferde 1000 Gr. Fleisch; nach 20 Stunden war weder im Magen, noch im Dünndarme mehr Fleisch zu finden; im Dickdarme jedoch stiess man auf 818 Gr. Fleischstückchen.

Durch eine Magenfistel eingelegte und an Bindfaden befestigte Fleischstücke wurden im Magen des Pferdes (Colin) total und ebenso rasch verdaut, wie in dem von Carnivoren.

Das Schwein verträgt sowohl pflanzliche, als thierische Nahrungsmittel und verdaut nach Weiske 50% der Rohfaser. Heiden bekam an, mit saurer Milch genährten Schweinen folgendes Resultat:

Es wurde verdaut von	Albumin	96·06%
	N-losen Substanzen . . .	98·90 „
	Aschenbestandtheilen . .	64·47 „

Grouwen kam bei Trockenfutter zu folgendem Ergebnisse:

Es wurde verdaut von	Pferdebohne . . .	99·8%
	Erbsen	99·7 „
	Hafer	93·7 „
	Gerste	92·7 „
	Roggen	90·7 „

Wolf fütterte Schweine mit Fleischmehl, das Thier verdaute:

Albumine	95—99%
Fette	82—91 „

Carnivoren verdauen in grossen Stücken geschlungenes Fleisch und angeblich auch elastische Substanzen.

Zur deutlichen Einsicht der Verdaulichkeitsverhältnisse von Futterbestandtheilen reproduciren wir nachstehend einen Theil der Tabelle von Kühn:

*) Fleischmehl = Rückstand bei Bereitung von Fleischextract.

2. die mittlere Muskel- und 3. die äussere oder adventitielle Bindegewebshaut.

Die innerste Schichte ist mit einschichtigem Endothelzellenlager bedeckt.

Die genannten Gefässe ähneln zumeist den Venen, doch sieht man an ihnen nachstehende Unterschiede: 1. Die Venen enthalten unzählige rothe Blutkörperchen und sehr wenig farblose; die Lymphgefässe verhalten sich umgekehrt. 2. Die Venen haben zwischen ihren Verzweigungen Ausbuchtungen (der Ort für die Klappen), während die Lymphgefässe an den Verzweigungsstellen sich ausweiten, da deren Klappenapparat hier untergebracht ist (Recklinghausen). Die Lymphcapillaren bilden weniger Netze, als die Blutcapillaren, sind ausserdem weiter und mit Ausbuchtungen versehen. Sowohl die Blut- als auch die Lymphcapillargefässe stehen mit Gewebs- (Saft-) Räumen in Verbindung.

Gewebslücken, Saftkanälchen, Safträume.

Gewebslücken (Safträume) kommen in jedem Organe des thierischen Körpers vor; es ergiesst sich in diese das Blutserum, aus welchem die Grundsubstanz der Gewebe und die in deren Räumen untergebrachten Zellen den nöthigen Nahrungsstoff erhalten, aufbrauchen und den Ueberschuss wieder abgeben, welcher dann auf dem Wege der Lymphgefässe und Venen wieder der Blutcirculation zugeführt wird. Es frägt sich somit, inwiefern diese Gewebslücken mit den Lymph- und Capillargefässen zusammenhängen. Bevor wir jedoch zur Beantwortung dieser Frage schreiten, ist es nothwendig, über die Gewebslücken und die Gewebe, welche solche aufweisen, in's Klare zu kommen.

Toynbee war der Erste, der in der Hornhaut des Auges — dem am meisten ausgebildeten Repräsentanten der Bindesubstanzen — Zellen entdeckte; doch fiel diess der Vergessenheit anheim. Nach ihm befassten sich Virchow und später His mit diesen Gebilden eingehend und fanden, dass in der Hornhaut-, aber auch in anderen Bindesubstanzen diese Zellen sternförmig, mit Protoplasma und Kern versehen und mittelst Fortsätzen miteinander in Verbindung stehen. Von diesen, als auch den übrigen Bindegewebszellen glaubte man mit Virchow lange Zeit allgemein, dass sie mit den Blut- und Lymphgefässen zusammenhängen und ein durchgängiges plasmatisches Kanalsystem darstellen, durch welches die Zellen und das Gewebe ebenso wie die Intercellularsubstanz mittelst des aus den Blutgefässen diffundirenden Serums ernährt werden. Später imprägnirte Recklinghausen die Bindesubstanzen mit Höllenstein, unter andern auch die Cornea des Auges und erfuhr, dass das Grundgewebe braunroth gefärbt wurde, in denselben jedoch lichte,

ungefärbte, miteinander zusammenhängende sternförmige Stellen erschienen. Recklinghausen versuchte nun aus obigem Umstand, ferner aus zahlreichen Experimenten nachzuweisen, dass die in den Bindesubstanzen zurückgebliebenen ungefärbten Stellen Räume (Lücken) vorstellen, in welchen Bindegewebskörperchen eingelagert sind, und dass daneben noch das Serum circuliren könne.

Es bilden demnach nach Recklinghausen nicht die in den Bindesubstanzen eingelagerten sternförmigen Zellen das plasmatische Kanalsystem selbst, sind somit selbst nicht hohl, sondern liegen in ausgehöhlten und saftführenden Lücken. Er benannte diese als „Saftkanälchen" (Andere geben ihnen die Namen der Saftspalträume, Safträume, Saftlücken), wir nennen sie mit Waldeyer „Safträume" (s. den allg. Theil). A. Genersich erhob durch seine Experimente die Annahme von Recklinghausen zur Gewissheit, nachweisend, dass die sternförmigen Räume in Wirklichkeit durchgängige Kanälchen darstellen. Zu diesem Behufe nähte er ausgeschnittene und mit Höllenstein imprägnirte Hornhautstücke in die Lymphsäcke*) des Frosches ein und untersuchte dieselben nach einiger Zeit. Nun fand er, wie vor ihm bereits Recklinghausen, dass sich bei längerem Verweilen im Lymphsacke die Cornea stetig trübte, und diese Trübung sich unter dem Mikroskop als Folge der in die Cornea abgelagerten und aus dem Lymphraum eingewanderten farblosen Blutkörperchen (Wanderzellen) erwies. (Recklinghausen stellte den Versuch früher mit nicht imprägnirter Cornea an.) Ferner überzeugte sich Genersich an solchen auf diese Weise behandelten Hornhäuten, dass die eingewanderten, beweglichen Wanderzellen nur auf dem Wege der sternartigen, lichten Räume und deren Fortsätzen von einem Saftkanälchen in das andere übergingen; zum Beweise dessen, dass diese ein wirkliches durchgängiges Kanalsystem bilden.

Recklinghausen u. A. nehmen an, dass diese Gewebslücken keine selbständige Membran besitzen, sondern durch das Grundgewebe begrenzt werden; Andere vertheidigen auf Grund ihrer Untersuchungen die Ansicht, dass diese Spalträume mit Endothelzellen ausgekleidet sind (Schweigger-Seydel, Thanhoffer, Thin u. A.). Darüber herrscht jedoch allgemeine Uebereinstimmung, dass die Safträume in allen Bindesubstanzen vorkommen und sowohl mit Lymphgefässen, als nach neueren Untersuchungen, auch mit Blutgefässen communiciren. Diessbezüglich machte Arnold einen interessanten Versuch: Er unterband den Fuss eines Frosches oberhalb der Schwimmhaut, oder aber die Zungenwurzel; dadurch kam das venöse Blut zur

*) Die Lymphsäcke sind mehrkämmerige Hohlräume unter der Froschhaut.

Stauung und wurde sowohl der Fuss, als auch die Zunge ödematös, weil sich das Serum in den Spalträumen in grösserer Menge anhäufte. Nach 24—48 Stunden wurde die Ligatur abgenommen und in das Herz des Frosches mittelst Canüle eine wässerige Lösung von Berlinerblau injicirt. Die Farbe gelangte nun auf dem Wege der Blutgefässe in die Schwimmhaut, in die Zunge und durch die Saftkanälchen in die Lymphgefässe; wohl zum Beweise, dass die Safträume mit den Lymph- und Blutgefässen in offener und directer Communication stehen. Dieses Experiment ist vielfach wiederholt und bestätigt worden (Foa aus Mantua, Thoma, Uskoff und des Verf. eigene Untersuchungen).

Für die Lymphgefässe sind ausser den Saftkanälchen noch andere Anfänge bekannt. So werden im Centralnervensystem, in der Leber, den Knochen, ferner der Cornea die Blutgefässe und in anderen Organen auch die Capillaren von sogen. perivasculären Lymphräumen umfasst, welche mit den Saftkanälchen der Organe in directer Verbindung stehen (für die Cornea Thanhoffer). Ausser den perivasculären Räumen der im Centralnervensystem verlaufenden Gefässe (den perivasculären Räumen von His) kommen ebensolche auch in der Adventitia der Gefässe (als Virchow-Robin'sche p. Räume) vor, sämmtlich mit Lymphe, aber auch einzelnen Lymphkörperchen gefüllt, und besitzen angeblich eine wohlausgebildete Endothelauskleidung. Bei einigen Thieren liegen die grössten Gefässe, z. B. die Aorta der Schildkröte, in solchen Lymphgefässen (Gegenbauer).

Endlich communiciren die Lymphgefässe noch mit den intercellularen und den interstitiellen Räumen der mit Endothelzellen bekleideten Membranen; so werden die Nervenstämme (Ranvier, für die Cornea Ranvier, Thanhoffer, Thin, Waldeyer u. A.) von einer einfach oder mehrschichtig mit Endothelzellen besetzten Membran umhüllt, und circulirt in den zwischen den Schichten gebildeten Hohlräumen Lymphe. Die Wandung der Hodenkanälchen besteht gleichfalls aus mehrgeschichteten Endothelmembranen, zwischen deren Schichten das Blutserum geleitet wird (Mihálkovics u. A.). Axel Key und Retzius und nach ihnen Andere führten auf Grund von Injectionspräparaten den Nachweis, dass die Räume der Meningen und die Schädelhöhle durch Lymphwege mit den Rückenmarksräumen, ja sogar mit den Lymphgefässen der Nasenhöhle in Verbindung stehen.

Lymphporen und Lymphöffnungen (Stomata, Stigmata).

Durch die bahnbrechenden Untersuchungen von Recklinghausen, Schweigger-Seydel, Ludwig, Dybkowszky und Dogiel ist es bekannt, dass zwischen den Endothelzellen der serösen Höhlen sich runde Lücken (Oeffnungen) befinden, welche

durch zellenartige Gebilde mit den Lymphgefässen der Gewebe im Zusammenhange stehen. Recklinghausen hat zudem durch eclatante Versuche nachgewiesen, dass diese Lücken (Porenöffnungen, Stomata) der serösen Höhlen als Saugapparate für die Säfte der betreffenden Hohlorgane dienen.

Zu diesem Zwecke befestigte Recklinghausen das Centrum tendineum des Zwerchfelles von einem rasch getödteten Kaninchen auf den Korkring einer durchbrochenen Kupferplatte derartig, dass er die Abdominalfläche des Diaphragmas unter das Mikroskop einstellen konnte. Darauf wurde auf den sehnigen Theil etwas Milch geträufelt und nachgesehen. Er konnte hiebei die Ueberzeugung gewinnen, dass die kleinen Fettkügelchen der Milch rasch verschwanden, da die Oeffnungen im Centrum tendineum dieselben rasch auf- und in die mit ihnen communicirenden Lymphgefässe hineinsogen.

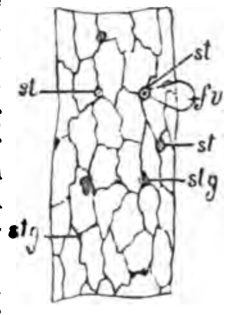


Fig. 76. Endothelhaut einer kleinen Vene, schematisch nach Arnold. *st* = Stomata; *stg* = Stigmata; *fv* = Wanderzelle.

Auf Grund zahlreicher Untersuchungen wird nunmehr angenommen, dass die in der Kittsubstanz zwischen den Endothelzellen der Blut- und Lymphgefässe an der Berührungsstelle der Zellen vorfindlichen winzigen Poren (Stigmata, Fig. 76 *stg*) und Oeffnungen derartigen Lücken (Stomata) entsprechen. Andere, wie Arndt, nehmen überhaupt unter physiologischen Bedingungen blos das Vorkommen von Poren an, welche sich bei dem in krankhaften Veränderungen höheren Blutdrucke zu Oeffnungen erweitern, durch welche bei grösserer Diffusion des Serums Formelemente, also rothe und (bei Entzündung) viel farblose Blutkörperchen in's Gewebe eindringen. Arndt hat ferner auf physiologisch-histologischem Wege constatirt, dass die Spalträume durch diese Lymphporen sowohl mit den Blut-, als auch den Lymphgefässen communiciren.

Es wäre somit die längst erwünschte Kenntniss der Communication zwischen Safträumen, Blut- und Lymphgefässen erreicht, und der Uebertritt und Aufnahme des Blutserums in die Saftkanälchen, und von da in das Venen- und Lymphgefässsystem aufgeklärt.

Blutbildung (Blutbereitung).

Die Lymphdrüsen.

Die Blutbereitung hat im ausgewachsenen Thiere zwei Hauptquellen und zwar den Chylus und die Lymphe. Die Lymphe entstammt — wie wir gesehen haben — aus den Safträumen

und wird von da in die Lymphgefässe geleitet; der Chylus kommt infolge Veränderung der in den Verdauungstrakt aufgenommenen Nahrungsmittel zu Stande und wird von den Chylusgefässen aufgesogen. Die aus dem Darme entspringenden Chylusgefässe treten — wie bereits dargethan — in's Mesenterium, wo sie durch bohnenartige Lymphdrüsen ziehend, Lymphkörperchen auswaschen, um mit den aus dem Körper kommenden, ebenfalls die Lymphdrüsen durchziehenden Lymphgefässen in gemeinsame Stämme überzugehen, deren grösserer Theil in den linken, der kleinere aber in den rechten Ductus thoracicus

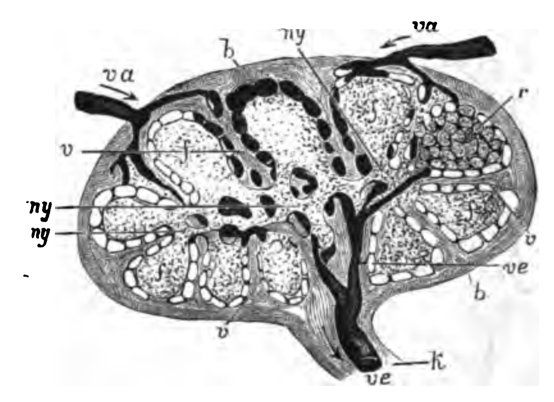


Fig. 77. Durchschnitt einer Lymphdrüse, schematisch nach Frey. *b* = Hülle derselben; *va* = Vas afferens; *ve* = Vas efferens; *v* = Scheidewände; *f* = Follikel; *ny* = Lymphröhren (Markröhren); *r* = reticuläres Bindegewebe der Follikel; *k* = Nabel der Drüse.

einmündet, von wo sie die gemeinsame Lymphe auf dem Wege der Vena subclavia zur absteigenden Hohlvene, von da in's Herz und von hier wieder in die Lungen behufs Oxydation abgeben.

Zum Verständnisse dieser Vorgänge ist zuvor die Kenntniss der Structur und Function der Lymphdrüsen unerlässlich.

Man kann die Gestalt der Lymphdrüsen als eine bohnenförmige (Fig. 77) bezeichnen; auf deren einer Seite zeigen sie in der Mitte eine kleine Einbuchtung, den sogen. Nabel (Umbilicus) (*k*), woher der Austritt der Gefässe aus der Drüse erfolgt. Die zu der Drüse führenden Gefässe nennen wir Vasa afferentia (*va*), die austretenden Vasa efferentia (*ve*).

Wir unterscheiden an den Lymphdrüsen eine äussere (Rinden-) Schichte und eine innere, weiche, tubulös angeordnete oder Marksubstanz, welche man füglich in Bezug der Farbe und Consistenz mit Hirnsubstanz vergleichen kann. Nach aussen ist die Drüse von einer starken bindegewebigen Kapsel (*b*) umhüllt, von welcher ein Balkenwerk (*v*) in's Innere tritt und die Drüse

in die Drüsenläppchen (Alveolus, Folliculus) (*f*) abtheilt. Die Follikel selbst werden von adenoidem Bindegewebe — wie in den Peyer'schen Follikeln — durchsetzt und dadurch die Drüse in noch kleinere Fächer — Netzräume — eingeordnet, welche mit Lymphkörperchen erfüllt sind. Die äussere Kapsel wird am Umbilicus sehr verdünnt und bildet nach innen zu ein äusserst feines Netzwerk, von dem die Marksubstanz und die Markräume gebildet werden.

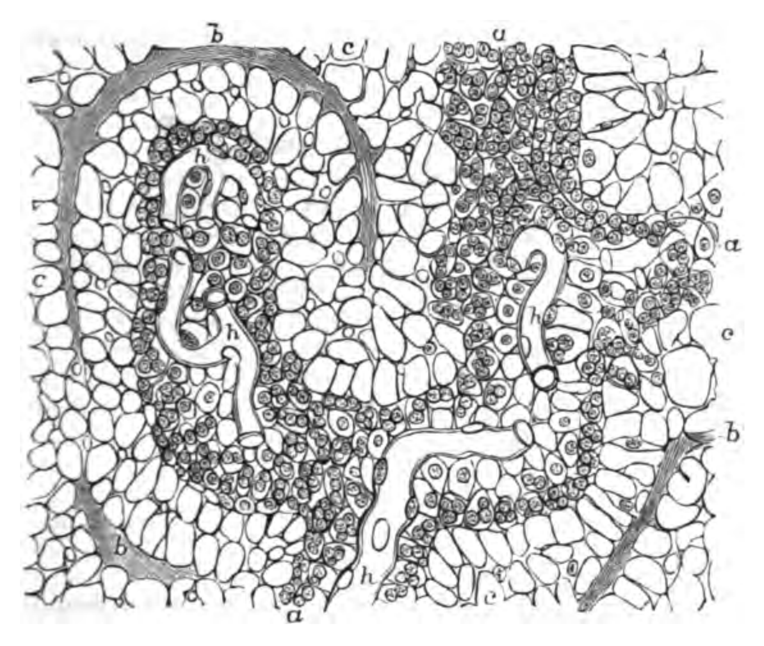


Fig. 78. Querschnitt eines Theiles der Lymphdrüsen-Marksubstanz vom Rinde. *a* = Follicularstränge (Markstränge); *b* = Bindegewebsbalken; *c* = Lymphräume; *h* = Blutcapillaren (nach Recklinghausen).

Die Bindegewebskapsel enthält (nach Heyfelder) glatte Muskelfasern. Die Gewebslücken der Alveoli communiciren untereinander — schwammähnlich — durch zahllose Oeffnungen. (Fig. 78 stellt den Querschnitt der Marksubstanz einer Lymphdrüse vom Rinde bei starker Vergrösserung dar.)

An den Follikeln unterscheiden wir ferner sogen. Follicularstränge (*a*), welche, in der Mitte derselben verlaufend, die Blutgefässe enthalten. Diese besitzen eine stärkere reticuläre Scheide aus Bindegewebe und in ihren Maschen gleichfalls Lymphkörperchen. Zwischen den Follicularsträngen und der Follikelwand kreist nun jene Lymphe, die durch das Vas afferens (Fig. 77 *va*) in die zwischen Kapsel und Follikelbalken-

stränge gelegenen membranlosen (nach Recklinghausen mit Endothel versehenen) Räume gelangt. Die Hohlgänge der Lymphgefässe (Lymphsinus) durchstreift grobmaschiges Bindegewebe. Aus diesen Lymphräumen setzen sich dann jene Gefässe zusammen, welche als Vasa efferentia (*ve*) die Drüse verlassen.

Aus den Untersuchungen Brücke's erhellt, dass der Lymphstrom einen Theil der Lymphzellen der Drüse auswäscht.

Die Lymphe wird nach Durchströmung in den Drüsen reicher an Zellen; letztere werden theils durch Proliferation der Lymphkörperchen, theils durch aus den Blutcapillaren auswandernde farblose Blutkörperchen (?) ersetzt. Die Lymphströmung erfolgt durch den Blutdruck in den Drüsen und durch die in der Drüsenkapsel und dem Balkengewebe eingelagerten Muskelfasern.

Die eine Quelle des Blutserums und eines Theiles der Formelemente desselben, nämlich der farblosen Blutkörperchen, ist, wie wir gesehen haben, in der Lymphe und dem Producte der Lymphdrüsen, also in den Lymphkörperchen zu suchen. Doch resultiren die farblosen Blutkörperchen auch aus anderem Ursprunge, auf welchen, gleichwie auf den der rothen Blutkörperchen, wir bei der Besprechung der Blutcirculation zurückkommen werden.

Die Resorption geschieht auf drei- resp. viererlei Art und zwar durch die Chylus- und die Lymphgefässe, dann durch die Venen und die Haut.

Resorption durch die Chylusgefässe.

Die Chylusgefässe besorgen die Resorption der im Wasser gelösten Salze und anderer verschiedener Substanzen, fester Bestandtheile (Fetttröpfchen) und unter gewissen Umständen auch die fremder Stoffe. So wurde der Versuch gemacht, in den Darm des einen Thieres Blut von einem andern Thiere einzuführen, worauf man im Herzblute des erstern die Blutzellen des zweiten Thieres fand (in diesem Falle trat Resorption des Blutes ein); ebendasselbe erfolgt mit Quecksilber oder mit mit Eiweiss gemengten Zinnoberkörnchen oder Berlinerblau. Unter normalen Verhältnissen werden jedoch nur die in Wasser gelösten Stoffe und von festen Körpern blos Fettmolekeln resorbirt.

Resorption der Albuminate, des Zuckers und der Fette.

Bezüglich der Resorption von Albuminaten haben Versuche dargethan, dass reines Eiweiss im Darme resorbirt wird (Brücke), ebenso Caseïn, gelöstes Myosin, mit Kochsalz gemengtes Hühnereiweiss, Alkali-Albuminat und Leim (Voit, Bauer, Eichhorst); nach den Versuchen von Landois tritt nach reichlicher

Ei-Nahrung (14—20 Eier) mit Kochsalz nach 4—10 Stunden Eiweiss im Urine durch 5 Tage auf. In die Blutgefässe injicirtes Hühnereiweiss wird theilweise durch den Harn ausgeschieden (Stokes und Lehmann). Trotzdem erfolgt die Endosmose von unveränderten Albuminen sehr schwer; hingegen wird eine Modification derselben, das lösliche Albuminat oder Pepton ausserordentlich leicht resorbirt. Das Pepton besitzt ein sehr geringes endosmotisches Aequivalent*) und übergeht sehr rasch in Gewebe oder Lösungen von solchem mit höherem Aequivalent, demnach leicht in die Blutbahnen. (Nach Schmidt-Mülheim werden die Peptone von den Blutgefässen resorbirt.)

Eine weitere Frage wäre die, ob das in's Blut gelangte Pepton als solches gewebsbildende Fähigkeit besitzt und die Lebensfunctionen aufrecht erhält, oder ob dasselbe erst neuerdings hiezu in Albumin umgewandelt werden müsse. Bis zu neuester Zeit wurde angenommen, dass die Peptone nach der Resorption in Eiweiss umgewandelt werden; erst jüngster Zeit machte sich auf experimenteller Basis die Ansicht geltend, dass die Peptone als solche Gewebebildner sind und die Lebensfunctionen aufrecht erhalten. Daneben ist wieder von Anderen betont worden, dass die Peptone verbrennen und dadurch die Functionen des Thieres erhalten, hingegen sich an der Gewebsbildung gar nicht betheiligen; umsomehr, als das Thier ebenso wie die Pflanze im Stande ist, Albumine aus den Elementen auf dem Wege der Synthese zusammenzusetzen.

P. Plósz und Gyergyai, ebenso auch Maly stellten diessbezüglich viele bemerkenswerthe Fütterungsversuche mit ganz reinem und aus Fibrin verdautem Peptone an. Das Thier blieb nicht nur am Leben, sondern nahm an Körpergewicht zu. Es sind diess so wichtige Thatsachen, dass sie, ausgedehnt und mit weiteren Experimenten vermehrt, berufen sind, mehr Licht in die Aufgabe der Peptone zu bringen; bis nun kann man jeder, die Wiederumwandlung des Peptons in Eiweiss und umgekehrt betreffenden Meinung ihre Berechtigung nicht absprechen.

Fragen wir weiter, nach welchen Gesetzen die Albumine resorbirt werden, so haben Versuche unzweifelhaft dargethan, dass die Menge der resorbirten Stoffe nicht von der Grösse der Darm-

---

*) Unter Endosmose verstehen wir denjenigen Process, der eintritt, wenn zwei Flüssigkeiten von verschiedener Dichtigkeit, durch eine Membran oder poröse Scheidewand getrennt, zusammengebracht werden, und der darin besteht, dass die Stoffe durch die Membran eine Ausgleichung ihrer Theile nach gewissen Gesetzen vollführen. Die Zahl, welche anzeigt, wie viel Gewichtstheile destillirten Wassers durch die thierische Membran durchtritt, um einen bestimmten Gewichtstheil der andern löslichen Substanz (Salz) zu ersetzen, nannte Jolly: endosmotisches Aequivalent. So gehen für 1 Gr. Alkohol 4·2 Wasser, für 1 Gr. Kochsalz 4·3 Wasser beim Experimente hinüber; in diesem Falle sind diese Zahlen die Aequivalente.

oberfläche (bis zu gewissem Grade), sondern von der Dichtigkeit der Peptonlösung abhängt. Es wird in gegebener Zeit aus der dichtern Lösung eine grössere Menge Pepton resorbirt, als aus der dünnern, wenn gleich letztere von einer doppelt so grossen Darmparthie hätte resorbirt werden sollen.

Bezüglich des Zuckers ist zu bemerken, dass ein Theil desselben schon vor der Resorption in Milchsäure zerfällt und so leichter diffundirt, als der Zucker selbst. Auffallend ist es, dass im Blute relativ wenig davon getroffen wird, zudem im Verdauungstrakte bedeutende Mengen Zucker und Milchsäure gebildet werden; der Grund ist darin zu suchen, dass Zucker und Milchsäure Oxydationsprocesse eingehen und auf diese Weise den Lebensfunctionen vorstehen, bei der Endoxydation zu Kohlensäure und Wasser verbrennen, hingegen ein zweiter Theil des Zuckers in den Milchdrüsen zu Milchzucker umgewandelt wird. Die Resorptionsmenge hängt hiebei gleichfalls von der Dichtigkeit der Zuckerlösung ab; eine solche von doppelter Dichtigkeit wird rascher resorbirt, als eine halb concentrirte; wobei zu bemerken ist, dass die Resorption des Zuckers ebenso wie die der Albumine von der Grösse der Darmfläche unabhängig ist.

Das Fett wird in dem Dünndarme — wie schon erwähnt — durch das centrale Chylusgefäss der Zotten resorbirt, und geht der Chylus unter rhythmischer Action der Brücke- und Moleschott'schen Muskelzellenbündel der Zotte in die Mesenterialgefässe und von hier in die Lymphdrüsen. Diese Function der Zotten lässt sich in gewisser Weise mit derjenigen des Herzens vergleichen, insoferne als erstere bei Contraction den Chylus ausdrücken, dann aber sich erweiternd den Darminhalt aufsaugen. Hiebei bleibe nicht unerwähnt, dass die Zotten neben den Fettmolekeln auch gelöste Substanzen, z. B. Peptone, Zucker, Milchsäure und Salze resorbiren. Bei reichlicher Fettnahrung kann es ferner geschehen, dass ein kleiner Theil des Fettes durch die Blutgefässe der Zotten direct in die Blutbahn gelangt; so wurde Fett bei äusserst reichlicher Fettkost auch im Pfortaderblute gefunden.

Die Fette gelangen in Form von winzigen Tröpfchen in den Centralkanal der Zotten. Nun wurde aber erwiesen, dass ein Thier nur eine bestimmte Menge davon aufnehmen kann, darüber aber nicht. So wurde für die Katze 0·6 Fettaufnahme per Kilogramm Körpergewicht als Maximum experimentell festgestellt.

Die Beobachtung von Bruck, dass bei reichlicher Fettnahrung nicht nur in die Chylusgefässe des Darmes, sondern auch in die Blutcapillaren Fettmolekeln gelangen, erhielt durch neuere Untersuchungen Bekräftigung (Eimer, Thanhoffer).

Die Salze werden im Darme, doch auch im Magen resorbirt; die Aufsaugung des Wassers erfolgt im ganzen Verdauungstrakte.

Ausser der Endosmose der Fette ist die active Betheiligung der Zottenepithelien von grosser Bedeutung (Thanhoffer, Gelei, Fortunatow, Edinger, Hoppe-Seyler, Landois, Regéczy, Ballagi, Mátrai, Wiedersheim, Wiemer u. A.). Wie Brettauer und Steinach constatirten, besitzen die Zottenepithelien aus dem Protoplasma hervorstehende feine stäbchenförmige Fortsätze. Die Bewegung dieser Fortsätze ist zuerst von Thanhoffer, und unabhängig von ihm durch Gelei beobachtet worden. Ein halbes Jahr darauf gelang es Thanhoffer, auch jene Factoren nachzuweisen, die auf diese Bewegungen von Einfluss sind, und zwar sind diess: die Durchtränkung der Zotten mit Galle, ein gewisses Stadium der Fettresorption und die Innervation. Nach Anstechung der Medulla oblongata — in der Mitte des Sinus rhomboideus unter dem Kleinhirn, ferner an Stelle des Nervenwurzelaustrittes zu den oberen Extremitäten — eines reichlich mit Fett genährten Frosches kommen nach kurzer Frist, besser nach 24 Stunden oder auch später, die Fortsätze in intensive Bewegung und betten die Fettkörnchen in die Zellen des Darmes. Von hier aus gelangen die Fettkörnchen durch die mit den Epithelien zusammenhängenden sternförmigen und mit selbständiger Membran (Heidenhain, Eimer, Balogh, Thanhoffer u. A.) versehenen Netze auf dem „ersten Wege des Fettes" (Thanhoffer) (Fig. 79 *e*) oder nach Anderen durch membranlose Gewebsspalträume (Brücke, Basch u. A.) in das mit Endothel ausgekleidete (Recklinghausen, His, Thanhoffer) centrale Chylusgefäss (*c*). [Die Fig. 80 und 81 stellen die im Dünndarme verlaufenden Chylusgefässe (*ch*) mit ihrer Verästelung dar und zwar Fig. 80 von der Fläche der serösen Haut,

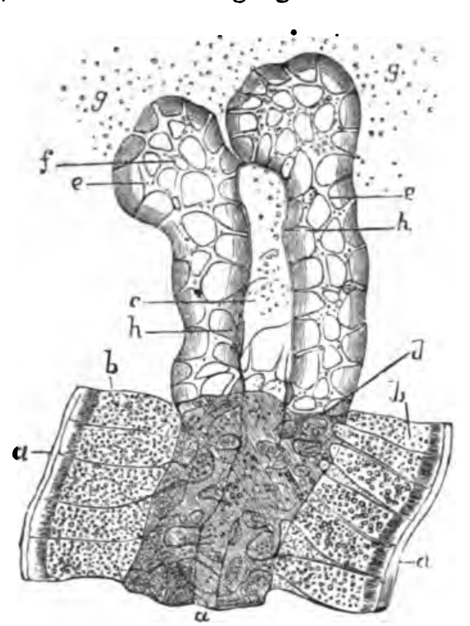


Fig. 79. Mit Wasser behandelte Darmzotte des einige Tage alten Kätzchens während der Fettresorption. *a* = constanter Saum der Zottenepithelien; *b* = Epithelien mit Fettmolekeln; *c* = centrales Chylusgefäss mit Fetttröpfchen; *d* = erster Weg des Fettes mit dem Epithel verbunden; *e* = erster Weg des Fettes, die Fetttröpfchen treten infolge Wassereinwirkung aus; *f* = Spalträume ohne Fett; *g* = ausgetretene Chyluströpfchen aus dem „ersten Wege des Fettes" auf Wassereinwirkung; *a* = unteres offenes Ende des abgeschnittenen Chylusgefässes.



Fig. 80. Dünndarm des Kaninchens, die seröse Haut nach aufwärts belegen; Chylusgefässe mit Berlinerblau injicirt, entwässert und Lack conservirt. *ch* = Chylusgefässe; *m* = die Lieberkühn'schen Drüsen des Dünndarmes durch die seröse Membran durchscheinend.



Fig. 81. Dünndarm des Kaninchens ausgebreitet, die Schleimhaut nach aufwärts belegen; die Chylusgefässe bis zum centralen Chyluskanal der Zotte, ebenso der erste Weg des Fettes mit wässeriger Lösung von Berlinerblau injicirt. *b* = Zotten; *ch* = Chylusgefässe; *k* = submucöses Bindegewebe, von welchem die Zotten mechanisch abgetragen wurden.

und Fig. 81 von der Zottenfläche aus gesehen (s. Erklärung der Figuren).]

Dass auf die Resorption das Nervensystem von Einflusse sei, wurde ebenfalls von Mehreren auf experimentellem Wege vielfach nachzuweisen versucht. So wird bei Exstirpation des grossen Bauchganglions des Sympathicus (Budge), ebenso bei Durchschneidung der Mesenterialnervenäste (Moreau) der Darminhalt reichlich, aber dünnflüssig. Diess weist auf geringere Resorption oder aber darauf hin, dass aus den Blutgefässen eine stärkere Exosmose erfolgte (Landois), wie es auch angenommen werden könnte, dass die Darmbewegungen durch die Durchschneidung der Nerven alterirt und so die Resorption geschmälert wird.

Resorption durch die Lymph- und Blutgefässe.

Die Blutgefässe müssen gleichfalls den Resorptionsgefässen beigezählt werden. Wie bereits ausführlich mitgetheilt, beginnen die Lymphgefässe in den Safträumen; dessgleichen wurde auch auf experimentellem Wege der Nachweis dessen versucht, dass die Blut- und Lymphcapillargefässe durch sternförmige Safträume miteinander communiciren (s. o.). Es erübrigt nunmehr die Kenntniss von der Blutcirculation im Körper. Das Herz fungirt als Hauptmotor der Blutbewegung; aus demselben entspringen die Schlagadern (Arterien), die sich im ganzen Organismus verzweigen und deren feinste Zweige in sogenannte Uebergangsgefässe auslaufen, welche wieder zu Capillargefässen werden. Die Capillaren liefern nun an die Saftkanälchen den Ernährungssaft; die zur Ernährung unbrauchbaren Säfte werden durch die Venen zum Herzen zurückgeleitet, welch letztere auf diesem Wege auch die Lymphe und den Chylus in sich aufnehmen. Aus dem Herzen wird dieses rohe, zur Ernährung ungeeignete Blut vorerst in die Lungen getrieben, wo es oxydirt und so zum Ernährungsblute wird. Unter normalen Verhältnissen kommt aus den Blutcapillaren nur eine bestimmte Menge Blutserum in die Safträume; welches, das Protoplasma der Zellen durchfeuchtend, sowohl dieselben ernährt, als auch die ihnen nöthigen Stoffe an die Intercellularsubstanzen abgibt. Die von den Zellen unverbrauchten Bestandtheile werden nunmehr durch die Venen und Lymphgefässe aufgesaugt, wodurch das Lymphgefässsystem zu einem ergänzenden Theile des Blutgefässsystems wird. Bei krankhaften Veränderungen treten ausser dem Serum auch noch geformte Elemente durch die Gefässwände in die Safträume aus, wie diess z. B. bei starkem Drucke in Entzündungsprocessen mit den rothen und farblosen Blutkörperchen geschieht. Man nennt solche ausgetretene farblose Blutzellen „Wanderzellen“, den Vorgang selbst Diapedesis (Blutzellenaustritt = Wande-

rung). Zum Austausche der flüssigen Substanzen dient die Endosmose, und ist hiebei der Druck, unter welchem sich die Flüssigkeiten befinden, von grossem Einflusse. Die Gewebe selbst sind mit Salzen gemengte Albuminderivate. Unter den Salzen ist das Kochsalz die in den Geweben und Säften des Körpers zumeist vertretene, zur Erhaltung von Mensch und Thier unerlässliche Substanz. Das Kochsalz und das damit gemengte Gewebe nimmt Wasser oder Blutserum unter energischem endosmotischen Processe auf, welcher solange anhält, bis die Gewebe die gleiche Dichtigkeit mit dem Blute erreicht haben. Dieser Zustand wird zwar nie vollständig erreicht; doch ist die wechselseitige Endosmose eine constante. Ist das Gewebe dichter, so tritt mehr Wasser aus dem Blute dazu; im entgegengesetzten Falle gelangt eine grössere Quantität Salz in's Blutserum.

Druck und Temperatur sind auf den Stoffwechsel gleichfalls von grossem Einflusse, da bei gesteigertem Blutdrucke oder erhöhter Temperatur die Gewebslücken weiter werden und die Endosmose befördert wird. Ebenso beeinflusst die Elektricität die Endosmose, wie nicht minder die Geschwindigkeit des Blutstromes; da je rascher der Strom, um so geringer die Endosmose (Diffusion) in die Safträume erfolgt; bei Stauung des Blutstromes hingegen die endosmosirte Flüssigkeitsmenge eine grössere ist. Die infolge erhöhten Blutdruckes oder bei Stauung des Blutes erfolgte Durchschwitzung der Gewebe mit Serum oder auch Formelementen wird als „Exsudat“ bezeichnet.

Unter normalen Verhältnissen besteht ein nahezu vollkommenes Gleichgewicht zwischen den Blutgefässen und dem Stoffwechsel der Gewebe; wird dieses alterirt, so entsteht Oedem im Gewebe, das Blut aber wird dicker; oder das Gewebe wird dichter und das Blut wieder dünnflüssiger. (Ueber die Stomata der serösen Häute s. o.)

Das Vorwärtsdringen der Lymphe besorgt bei den höher organisirten Thieren der Druck des in die Gewebe ergossenen und angehäuften Serums, welcher die Lymphe nach dem geringern Widerstande zu in die Lymphgefässe presst. Ist hingegen in den Blut- oder den Lymphgefässen ein erhöhter Druck, oder irgend ein Hinderniss in der Bahn der Blut- oder Lymphcirculation vorhanden, so tritt eine bald grössere, bald kleinere Menge Blutserum aus und bringt die sogen. serösen Exsudate zuwege (z. B. in der Brust- oder Bauchhöhle als Brust- oder Bauchascites, oder in kleineren Körperhöhlen oder den Füssen Anasarca, oder an anderen Körpertheilen Oedema).

Bei niedrig organisirten Thieren wird das Befördern der Lymphe durch sogen. Lymphherzen vermittelt, deren Function mit derjenigen des Herzens analog ist; da sie die Lymphe aufnehmen und durch Druck weiter fördern, woher ihre grosse

Wichtigkeit für gewisse Thiere, z. B. Frösche, erhellt, deren vorhandener geringer Blutdruck zur Beförderung der Lymphe nicht ausreicht.

In Fig. 82 sind bei 2 und 3 die Axillar- und Sacrallymphherzen des Frosches dargestellt.

Das in Fig. 82 bei 1 gezeichnete Lymphherz (*ns*) communicirt mit dem Aste der Jugularvene (*tv*); das bei 3 dargestellte mündet wie ersichtlich in die Vena ischiadica. Die

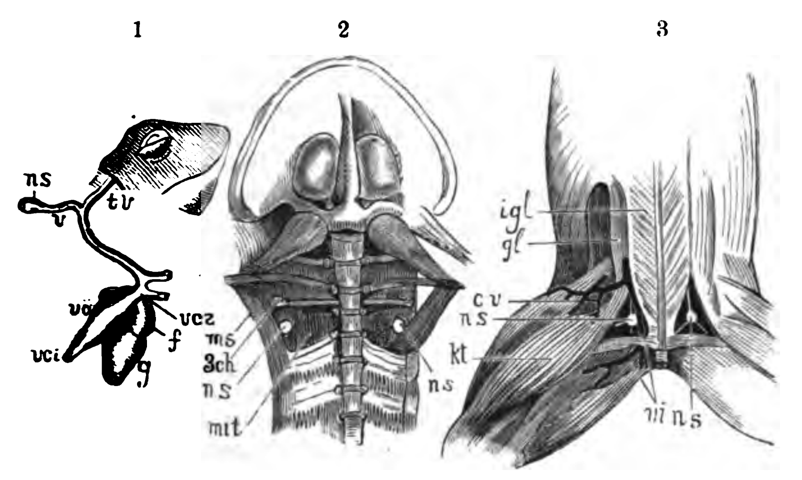


Fig. 82. Lymphherzen vom Frosche. 1 = vorderes Lymphherz (*ns*) mit einer Vene (*v*) communicirend und in die Vena jugularis (*tv*) einmündend (nach Ranvier); *vcs* = Vena cava superior; *vci* = Vena cava inferior; *vö* = Venenausbuchtung; *f* = Auriculum; *g* = Herzventrikel. 2 = Topographie des vordern (*ns*), 3 = die des hintern Lymphherzens (*ns*); *ms* = Musculus serratus; *3ch* = Querfortsatz des dritten Wirbels; *mit* = Musc. intertransversarius; *igl* = Musc. ileogluteus; *gl* = Musc. gluteus; *cv* = Schenkelvene; *kt* = Musc. vastus externus; *vi* = Vena ischiadica (nach Nuhn).

Entdeckung der Lymphherzen bei den Amphibien verdanken wir Johannes Müller. Sie pulsiren etwa 60mal in der Minute, ihr Inhalt beträgt etwa 10 Cmm. Lymphe. Lymphherzen finden sich in gleicher Anzahl bei anderen Amphibien, ein ähnliches Organ haben auch die Fische; endlich besitzt der Strauss gleichfalls ein Lymphherz. Die Wandungen derselben werden aus mit quergestreiften Elementen und Ganglien durchsetzten Muskelhäuten gebildet (Waldeyer). Ihre Pulsation hört bei Durchschneidung des Rückenmarkes auf. Bei Strychninkrämpfen wird deren Bewegung beschleunigt; Antiar hebt die Bewegungen sowohl der Lymph- als Blutherzen auf (Vintschgau), hingegen lähmt Curara nur die der Lymphherzen (Bidder).

Den Lymphgefässen obliegt nicht nur die Entfernung des unverbrauchten Blutserums aus den Safträumen, sondern auch die anderer Substanzen, z. B. Medicamente. Gifte und andere,

sogar kleinste feste Körnchenpartikeln können, durch die Lymphgefässe aufgesaugt, ihre Wirkung entfalten; doch tritt diese — eben wegen der langsamen Strömung der Lymphe — nicht so rasch auf, als wenn sie direct dem Blute zugeführt werden.

Werden sämmtliche Lymphbahnen eines Körpertheiles abgebunden, so entwickeln die unterhalb der Ligatur subcutan eingeführten Substanzen, z. B. Gifte, noch ihre Wirkung (Magendie). Magendie folgert hieraus, dass bei subcutaner Injection blos die Blutgefässe die wirksamen Substanzen aufsaugen; Andere (Eimer, Henle, Dusch) unterbanden die Blutgefässe und blieben die an solchen Körpertheilen unterhalb der Ligatur eingespritzten Stoffe wirkungslos.

Diese Versuche sprächen allerdings für Magendie, doch erhebt Wundt mit Recht den Einwand, wonach der Umstand ausser Acht fiel, dass in einem Organe, dessen Blutcirculation sistirt wurde, auch die Lymphe nicht zu strömen vermag; da deren Motor eben die Blutströmung ist, mit deren Ausschluss auch die wirksame Substanz aus den Lymphgefässen nicht in die Blutgefässe gelangen könne. Trotzdem kann man an Körpertheilen mit ligirten Gefässen nach Injection Vergiftungserscheinungen hervorrufen. In die Lymphsäcke des Frosches oder andern Thieren subcutan beigebrachte Mittel wirken rascher, als wenn sie durch den Mund eingeführt werden; der Grund davon liegt in dem rascheren Eindringen in's Blut unter der Haut; bei Einführung durch den Magen oder Darm tritt oft Verzögerung der Wirkung oder auch Wirkungslosigkeit infolge dessen ein, dass die Substanz nicht als solche, sondern in verändertem, dann wenig oder gar nicht wirksamem Zustande resorbirt wird. Es möge desshalb an dieser Stelle Cl. Bernard's diessbezügliches äusserst instructives Experiment Erwähnung finden. Bernard brachte rasch hintereinander in den Darm eines Thieres Amygdalin und Emulsin; die aus der Aufeinanderwirkung beider Substanzen sich entwickelnde Blausäure tödtet das Thier sofort. Dasselbe geschieht, wenn Amygdalin in den Darm eingeführt, Emulsin in's Blut eingespritzt wird, weil das Amygdalin unverändert in's Blut resorbirt wird. Wird aber Emulsin in den Darm, Amygdalin in's Blut eingebracht, so tritt keine Vergiftung ein, da die Fermentsubstanz des Emulsins durch die Verdauungssäfte vernichtet wird.

Das Curara (Curare, Worara, Urari, Pfeilgift) wirkt bei Einführung in den Magen nur in grossen Dosen tödtlich: subcutan oder direct in's Blut injicirt, führen bereits kleine Dosen den Tod herbei. Angeblich bleibt es wegen der ungemein langsamen Resorption im Verdauungstrakte in kleinen Mengen wirkungslos.

Aufsaugung durch die Haut.

Es ist viel darüber gestritten worden, ob verschiedene Substanzen durch die Haut in Form von Bädern oder Einreibungen resorbirt werden können, und auf welche Weise diess geschehe? Was die Aufsaugung der Haut in Bädern und den darin gelösten verschiedenen Substanzen anbelangt, so fördern die an Menschen und Thieren angestellten Versuche unsere Kenntniss nur in geringem Maasse. Die Resorption gewisser Substanzen steht allerdings ausser allem Zweifel. So fand Chrzonzewsky, dass Thiere gewisse Gifte (Nicotin, Strychnin u. s. w.) durch die Haut resorbirten; ebenso beobachtete er die Wirkung eines Digitalisinfuses im Bade auf die Herzaction des Menschen; hingegen sahen Andere weder von gelbem Blutlaugensalz, Jodkalium und anderen leicht diffundirbaren Substanzen bei an Menschen angestellten Versuchen irgend eine nachweisbare Menge in den Organismus übergehen (Lehmann, Kletzinsky, Ritter). Darüber ist kein Zweifel, dass Jodkalium und ganz besonders Quecksilber u. A. in Salbenform auf die Haut gebracht grosse therapeutische Wirkungen entfalten. Genügend erkannt ist die Wirkung von Quecksilbersalben gegen Syphilis; die jedoch angeblich erst eintritt, wenn durch die Einreibung die festeren Epidermisschichten abgestossen wurden.

Neuere, mit Mineralwässern angestellte Versuche haben zu mindest dargethan, dass durch die Schweiss- und Talgdrüsen, wie auch durch die Haarfollikel Resorption auch ohne Abstossung der Epidermis erfolge. Einige nehmen die Hautresorption für gewisse alkoholische und ätherische Substanzen (Aether, Chloroform, Alkohol u. s. w.) gleichfalls an. Ob bei den warmen Bädern die Endosmose des Wassers, oder die Temperatur desselben das Wirksame sei, ist bisnun unentschieden. Verfasser stellte zur Klärung der Frage von der Hautresorption folgendes Experiment an. Ein Laubfrosch wurde in ein mit Indigo-Carmin (einer durch thierische Membranen leicht diffundirbaren Substanz) gefülltes Glasgefäss derartig gesetzt, dass der Kopf des Thieres aus der Flüssigkeit emporragte, hingegen die Füsse durch Bleistückchen niedergehalten wurden. Die nach 4—8 Stunden abpräparirte und untersuchte Haut zeigte in den Lymphgefässen resorbirten Farbstoff; es war somit das 4—8stündige Bad von Wirkung. Damit ist freilich die Antwort auf die Frage nach der Wirkung von $^1/_2$—1stündigen sogen. Heilbädern noch lange nicht erschöpft.

III. Abtheilung.

Chylus und Lymphe; Blutbildung.

Die Lymphe ist eine dünnere, lichtere, der Chylus hingegen eine dichtere, mehr milchige Flüssigkeit. In der Lymphe und im Chylus kommen farblose Blutkörperchen (lymphoide Zellen), ausserdem in den Lymphgefässen der Milz, besonders bei hungernden Thieren (Nasse), und im Ductus thoracicus rothe Blutzellen vor. Die farblosen Körperchen gelangen in die Lymphe und den Chylus aus den Lymphdrüsen; ausserdem ist beobachtet worden, dass die Lymphkörperchen aus den feineren Blutgefässen nicht nur in das Gewebe austreten, sondern auch in die Lymphgefässe einzuwandern vermögen. Stricker und Arnold beanspruchen diese Wanderfähigkeit auch für die rothen Blutkörperchen, wodurch das Vorkommen derselben in der Lymphe und dem Ductus thoracicus eine Erklärung fände, umsomehr, als die Umwandlung der Lymphkörperchen in rothe Blutkörperchen noch keineswegs als erwiesen zu betrachten ist.

In beiden genannten Säften kommen zudem noch Molecularkörnchen (die kleinsten Partikeln von winzigen Bröckeln der Lymphkörperchen) und im Chylus Fettkörnchen vor. Chemisch enthält die Lymphe ausser diesen Formelementen noch Albumine, Salze und suspendirte Formelemente. Ausser Kochsalz, welches etwa $^2/_3$ der gesammten Salze in diesen Säften beträgt, finden sich noch phosphor- und kohlensaure Salze, Erden, Kalium, Natrium, Alkali an Milchsäure gebunden, schliesslich fibrinogene und fibrinoplastische Substanz vor.

Am mikroskopischen Präparate der Lymphe unterscheidet man das Lymphplasma (Lymphsaft) und die in diesem schwimmenden Lymphzellen. Letztere unterscheiden sich nicht von farblosen Blutkörperchen; sind granulirt, besitzen einen bis mehrere kleine Kerne, die besonders auf Essigsäure-Zusatz scharf contourirt hervortreten.

Die chemische Zusammensetzung der Lymphkörperchen lässt sich aus dem Eiter — der aus solchen Zellen gebildet wird — erforschen.

Der Zellleib besteht aus einer gequollenen Eiweisssubstanz und lösbarem Paraglobulin; daneben enthält er Lecithin, Cerebrin, Cholesterin und Fett.

Der Kern der Zellen enthält phosphorhaltiges Nucleïn, welches aus dem Eiter durch künstliche Verdauung hergestellt wird und bei solcher Behandlung unverändert übrig bleibt. Nach Mischer enthalten seröse Flüssigkeiten auch Glycogen.

Wird einem Thiere Lymphe entnommen, so gerinnt dieselbe, indem die im Plasma gelösten fibrinbildenden Substanzen sich verbinden und ein sulzartiger, milchiger, zitternder Stoff, der Lymphkuchen (Lymphplacenta) entsteht, welcher die Lymphzellen zwischen Fibrinfasern einschliesst. Bei längerem Stehen contrahirt sich der Lymphkuchen und entlässt einen weisslichen Saft, der als Lymphserum bezeichnet wird und Eiweisssubstanzen enthält, und zwar das sogen. Kalialbuminat, welches durch Essigsäure gefällt wird, und das sogen. Serumalbumin (Natronalbuminat), welches beim Erhitzen gerinnt.

Brücke und Kölliker gelang der Nachweis: dass Lymphe, welche noch keine Lymphdrüsen passirt hatte, an Lymphzellen ärmer sei, als solche, die bereits Lymphdrüsen durchströmte. Ferner soll durch Drüsen passirte Lymphe sowohl an Albuminen, als auch an Fett reicher sein. Nach Kölliker geschieht die Vermehrung der Lymphzellen in den Drüsen auf dem Wege der Theilung.

Die Anzahl der Lymphkörperchen beträgt nach Ritter in 1 Ccm. Lymphe des Hundes 8200. Aus dem Verdauungstrakte stammender, mit Lymphe unvermischter Chylus ist schwer zu untersuchen, da er in grösserer Menge nicht beschafft werden kann. Es ist jedoch ausgemacht, dass im Central-Chylusgefässe der Zotten — wenn auch in geringer Zahl — farblose Blutkörperchen vorkommen. Mit dem Austritte des Chylus aus der Darmwandung, noch mehr nach dem Durchgange durch die Mesenterialdrüsen vermehrt sich deren Anzahl; hingegen wird er an festen Bestandtheilen nach geschehener Vermengung mit Lymphe ärmer. Bei reichlicher Fettkost steigert sich die Menge der Fetttröpfchen, welche jedoch im spätern Verlaufe des Chylus immer mehr abnehmen.

Die fibrinogenen Stoffe vermehren sich mit der Zunahme der Lymphzellen (sollen angeblich von diesen gebildet werden). Bei Nahrung mit Amylum kommen milchsaure Salze darin vor (Lehmann), oft Zucker bis zu 2% (Colin) und nach Grohé ein diastatisches Ferment, welches wahrscheinlich aus dem Darme resorbirt wird.

Die Analyse der anorganischen Substanzen im Chylus des Pferdes ist nach C. Schmidt folgende:

Kochsalz	5·84	Phosphorsäure	0·05
Natrium	1·17	Phosphorsaur. Kalk	0·25
Kalium	0·13	„ Magnesium	0·00
Schwefelsäure	0·05	Eisen	Spuren

Die Lymphe ist zu ihrem Beginne eine durchsichtige und mit wenig Zellen versetzte Flüssigkeit, ebenso wie die Lymphe der serösen Höhlen und die Gelenksflüssigkeit.

Hensen und Dehnhardt erzielten aus einer am Schenkel befindlichen Lymphfistel des Menschen eine grössere Menge Lymphe. Dieselbe war alkalisch, salzig schmeckend und von folgender Zusammensetzung:

Wasser	98·63	Extractivstoffe	—
Feste Bestandtheile	1·37	Harnstoff, Leucin	1·05
Fibrin	0·11	Salze	0·88
Gewöhnliches Albumin	0·14	und 70 Volum. % Kohlensäure.	
Alkali-Albumin	0·09		

In 100 Theilen Lymphasche wurden gefunden:

Kochsalz	74·48	Phosphorsäure	1·09
Natrium	10·36	Schwefelsäure	1·28
Kalium	3·26	Kohlensäure	8·21
Kalk	0·98	Eisenoxyd	0·06
Magnesium	0·27		

Die Analyse der Hirn-Rückenmarksflüssigkeit und die des Herzbeutelserums ergab:

Hirn-Rückenmarksflüssigkeit nach Hoppe-Seyler		Herzbeutel-Serum nach Gorup-Besanez	
Wasser	98·74	Wasser	95·51
Feste Bestandtheile	1·25	Feste Bestandtheile	4·48
Fibrin	—	Fibrin	0·08
Albumin	0·16	Albumin	2·46
Alkalialbuminat	—	Alkalialbuminat	—
Extractivstoffe	—	Extractivstoffe	1·26
Harnstoff, Leucin	—	Harnstoff, Leucin	—

Dabei besitzt die Cerebrospinal- (Hirn-Rückenmarks-) Flüssigkeit ausserdem nach Hoppe-Seyler einen zuckerartigen Stoff.

Die Lymphe enthält ausserdem noch Gase; und zwar die Lymphe des Hundes oft mehr als 40 Volumsprocent Kohlensäure, Spuren von Oxygen und 1·2 Volumsprocent Stickstoff (Ludwig, Hamersten).

Menge des Chylus und der Lymphe.

Zur Feststellung der Menge des Chylus und der Lymphe sind zahlreiche Versuche angestellt worden; da man jedoch ersteren von der Lymphe isolirt kaum herzustellen vermag, so haften der Bestimmung einige Mängel an.

Nach den Schätzungen von Bidder und Schmidt ist die Gesammtmenge des Chylus und der Lymphe binnen 24 Stunden gleich der des Gesammtblutes ($^{1}/_{12}$—$^{1}/_{13}$ des Körpergewichtes, s. Blutcirculation) anzunehmen.

Die eine Hälfte fände ihre Bedeckung aus den Nahrungs-

mitteln (Chylus), die andere aus dem Blute (Lymphe). Gubler und Duevesme sammelten aus dem Halslymphgefässstamme des Pferdes binnen 1 1/2—2 Stunden, aus einer Lymphfistel am Schenkel einer Frau binnen 24 Stunden etwa 6 Kgr. Lymphe. Nach Schmidt's Berechnung würde die tägliche Menge Chylus und Lymphe beim Menschen 6·13 Kgr. betragen. Von diesen kämen 3·4 Kgr. auf den Chylus und 2·73 Kgr. auf die Lymphe zu stehen. Colin bekam aus dem Ductus thoracicus eines Rindes in 24 Stunden 95 Kgr. Lymphe. Colin entnahm Chylus nach der auf Fig. 83 dargestellten Weise in grösserer Menge

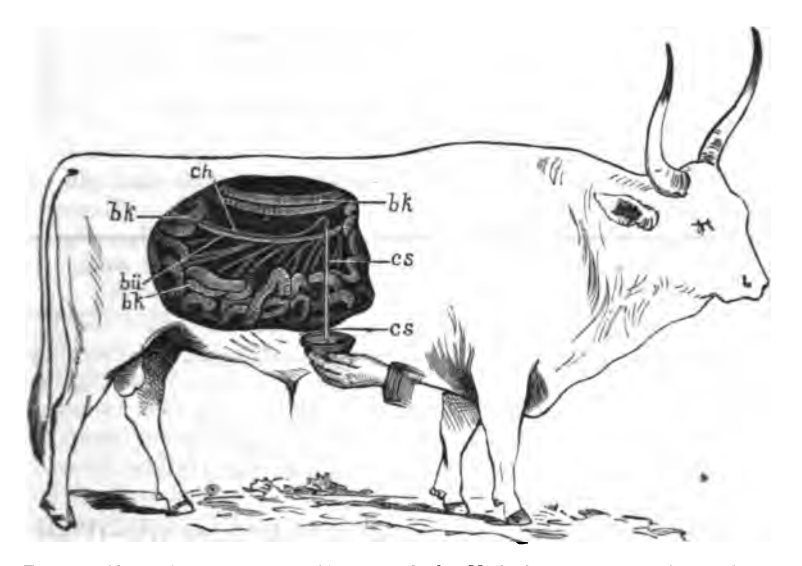


Fig. 83. Chylus-Gewinnung vom Stiere, nach der Methode von Colin. *bk* = Därme; *ch* = Chylusstamm; *cs* = Glasröhre, deren oberes Ende in das Chylusgefäss eingebunden ist. (Die Thierzeichnung von A. Tormay.)

vom Rinde, und zwar suchte er durch eine Schnittöffnung in der Lende das Chylusgefäss (*ch*) auf und führte in dasselbe eine Glascanule ein (*cs*), welche er einband.

Auf die Menge des Chylus und der Lymphe sind im Thiere mannigfache Einflüsse massgebend. Besonders vermehren sich die Säfte während der Verdauung. Schon Herophilus und Erasistratus beobachteten, dass zu dieser Zeit die Chylusgefässe des Mesenteriums von weissem Chylus strotzen. Mit der Function der Organe geht die Menge des Chylus Hand in Hand; so vermehren active und passive Bewegungen an Hunden die Menge der Lymphe. Mit erhöhtem Blutdrucke muss nothwendigerweise eine Vermehrung der Lymphmenge eintreten; dasselbe resultirt aus der Compression oder Ligatur der Venen (Oedem infolge

Stauung). Grössere Zufuhr arteriellen Blutes zu den Geweben bringt Vermehrung der Lymphe hervor; ebendasselbe wird durch Injection von Blut, Serum, Milch, Wasser u. a. m. in's Blut bewirkt.

Nach dem Absterben und vollkommenem Stillstande des Herzens besteht die Lymphbereitung noch eine Weile fort. Wird der damals noch warme Thierkörper nochmals mit frischem Blute durchströmt, so entfliesst den grossen Lymphgefässstämmen eine grössere Menge Lymphe; wie diess Genersich gezeigt hat.

Curara vermehrt die Lymphabsonderung (Lesser, Paschutin). In den Lymphsäcken der Frösche sammelt sich auf dieses Mittel, infolge Stillstandes der Lymphherzen, eine grosse Menge Lymphe (Bidder).

Circulation des Chylus und der Lymphe.

Wie aus der frühern Darstellung ersichtlich, werden die Bewegungsfactoren des Chylus von den, durch Contraction der Längs- und Ringmuskelfaserschichten in rhythmische Bewegung gerathenden Darmzotten geliefert, wodurch die in den Verdauungskanal eingebrachten und resorbirten Substanzen nach der bereits beschriebenen Art weiter befördert werden.

Ein anderer Motor der Lymphströmung ist ferner die Blutcirculation, oder eigentlich der constante Flüssigkeitsaustausch aus den Blutgefässen in die Safträume, wodurch eine Weiterbeförderung der aufgestapelten Säfte durch den Druck der zuströmenden Flüssigkeit erfolgt. Ebenso müssen sich die perivasculären Lymphräume mit der zunehmenden Fülle der Gefässe von dem inneliegenden Safte entleeren. Ferner findet in den serösen Höhlen durch die Stomata der Lymphräume, z. B. der Pleura bei jeder Athembewegung — die auf die Lymphe als Aufsaugungsprocess wirkt — Resorption statt (Dybkowszky). Ebendasselbe erfolgt durch die Stomata des Zwerchfelles, an dessen Abdominalfläche (Recklinghausen, Ludwig, Schweigger-Seydel).

Daneben wirken die Muskelelemente der Lymphgefässe gleichfalls an der Weiterbeförderung der Lymphe mit. So constatirte Heller die Contraction der Lymphgefässe im Mesenterium des Kaninchens, indem er dieselben gegen den Ductus thoracicus fortschreitend in peristaltischer Bewegung sah. Endlich werden die zwischen Muskeln verlaufenden Lymphgefässe von der Contraction der ersteren beeinflusst.

Auf die Bewegung der Lymphe im Ductus thoracicus ist zuerst die Athembewegung von grossem Einflusse; jede Inspiration treibt das Venenblut mit der demselben beigemengten Lymphe zum Herzen.

Eine gleiche Action entwickelt das Nervensystem; infolge

der Innervation der Muskeln der Lymphgefässe und Drüsen, als auch der etwaig vorhandenen Lymphherzen. Goltz machte den Versuch, Fröschen Kochsalzlösung subcutan zu injiciren, welche dann rasch resorbirt wurde; die Resorption blieb jedoch aus, wenn vorher das centrale Nervensystem zerstört wurde.

Die Strömung in den Lymphgefässen ist eine langsame; sie legt in dem Hauptstamme beim Pferde in der Minute einen Weg von 230—300 Mm. (Weiss) zurück (während das Blut in der Carotis des Hundes etwa 300 Mm. in der Secunde fortschreitet). Der Seitendruck in demselben Lymphgefässe des Hundes war dabei so gering, dass er blos mit 5—10 Mm. der Kochsalzlösung dieses, in das Gefäss gebundenen Manometers äquilibrirte, beim Pferde 10—20 Mm. betrug (Weiss, Noll); hingegen im Ductus thoracicus des Pferdes einer Quecksilbersäule von 12 Mm. gleichkam.

Blutbildung.

Das Blut ändert während seiner Circulation sowohl seine chemische Beschaffenheit, als die Zahl seiner Formelemente, wie nicht minder deren gegenseitiges numerisches Verhältniss. Die chemische Zusammensetzung desselben muss alterirt werden, da es durch Gewebe strömend, aus demselben theils verschiedene Verbindungen an diese mit der Blutflüssigkeit abgibt, theils sowohl der Blut- als auch der Lymphstrom infolge Endosmose aus den Gewebslücken neue Bestandtheile aufnimmt. Daneben treten aus gewissen, bei der Physiologie der Blutcirculation näher zu besprechenden Organen, den sogen. Blutdrüsen, als auch aus den bereits abgehandelten Lymphdrüsen, farblose Blutkörperchen, wenn auch nicht direct, so durch Vermittelung des Lymphgefässsystems in das Blut. Es spricht die Wahrscheinlichkeit ferner auch dafür, dass die farblosen Elemente des Blutes im Blutgefässsystem zu rothen Blutkörperchen umgewandelt werden. Dieser äusserst wichtige Vorgang geht im grossen Massstabe im Knochenmarke vor sich, wie diess von Neumann, Bizozzero, Rindfleisch u. A. und auch in unserm Institute — dem Einwande Robin's entgegen — erwiesen worden ist (s. die Bildung der Blutkörperchen bei Physiologie des Blutes).

Ebenso kann einzelnen Organen (Leber, Milz) mit Wahrscheinlichkeit die Fähigkeit, rothe Blutkörperchen zu bilden, wenn auch mit einiger Reserve, zugesprochen werden.

Die gewebsbildenden, albuminoiden Substanzen, ebenso wie die Salze im Blute, stammen zumeist aus dem Chylus; ebenso wie das, durch die Haut und Lungen verdünstende Wasser zum grössten Theile aus der Lymphe, oder aus dem durch die Blutgefässe des Verdauungstraktes aufgesogenen Wasser stammt.

Die mit dem Blute auf bereits beschriebene Weise gemengten Säfte gelangen (als rohes Blut) in's Herz, von da behufs Oxydation in die Lungen. Von den Lungen tritt das Blut zurück zu dem Herzen und wird mittelst dessen Contractionen im ganzen Körper vertrieben; damit es theils die Gewebe der Organe ernähre, ferner die Drüsen ihre Säfte daraus produciren, und schliesslich die bei den sich in den Geweben abfindenden chemischen Processen gebildeten Producte auf bereits beschriebenen Bahnen in die Lungen oder zur Haut geleitet werden; zum Zwecke: dass alles Brauchbare nach erfolgter Oxydation zu Bestandtheilen des Organismus wiedergebildet, die schädlichen Bestandtheile durch die Lungen und die Haut, wie nicht minder durch die Nieren aus dem Organismus ausgeschieden werden.

IV. Abtheilung.

Physiologie der Blutcirculation.

Physiologie des Blutes.

Das Blut ist bei den höher organisirten Thieren eine weichselfarbige, durch darinnen enthaltene flüchtige Fettsäuren einen eigenthümlichen Geruch (Halitus sanguinis) verbreitende Flüssigkeit, welche aus farblosem Blutserum (Cruor, Plasma sanguinis) und aus Formelementen, den sogen. farbigen oder rothen und den farblosen oder weissen Blutkörperchen (Blutzellen, Blutkügelchen) besteht. Die Farbe des Blutes wird durch die rothen Blutkörperchen bedingt (Structur, Zahl und physikalische Eigenschaften der Blutkörperchen s. im allg. Theile).

Das specifische Gewicht des Blutes schwankt zwischen 1·045—1·075 und hat 1·055 im Mittel. Die Temperatur desselben variirt nach den verschiedenen Thierklassen. Der Mensch und die Hausthiere weisen eine Temperatur von 37·5°—38° C. auf; die Vögel eine solche von 37·8°, bei einigen steigert sich dieselbe auf 42—44·03°; bei welcher Wärmeentwickelung weder der Mensch noch ein anderes höher organisirtes Thier weiter bestehen könnte (s. den Abschnitt über thierische Wärme).

Die Farbe des Blutes ist nach den verschiedenen Körpertheilen, aber auch den Gefässen eine verschiedene, so erscheint Arterienblut hellroth, das der Venen dunkelgefärbt. Die Verschiedenheit dieser Färbung findet ihre Erklärung in dem oben mitgetheilten Umstande, dass die im Blute schwimmenden Zellen durch das Hämoglobin (Hämatoglobulin, Hämatokristallin) gefärbt sind. Harless war der Erste, der die Verschieden-

heit der Blutfarbe aus der Formveränderung der Blutkörperchen, infolge der auf sie einwirkenden Gase erklärte. Er stellte die Behauptung auf, dass die rothen Blutzellen auf Sauerstoff schrumpfen, auf Kohlensäure aber quellen. Neuere Untersuchungen erhärteten die obige Annahme (Stricker), doch war es bereits früher bekannt, das die Farbe des Blutes von der Oxydationsstufe des Hämoglobins abhänge, welches bei hoher Oxydation dem Blute eine um so hellere Farbe verleiht.

Dass die erwähnten Gasarten die Farbe des Blutes im Grossen und Ganzen beeinflussen, konnte experimentell nachgewiesen werden. Wird Blut in zwei Glasgefässe gelassen und dem einen Oxygen, dem andern Kohlensäure zugeführt, so erscheint ersteres hell, letzteres dunkel gefärbt. Dieselbe Farbenveränderung tritt bei Zusatz von Kochsalzlösung oder Wasser ein, indem das erstere in auffallendem Lichte hell, letzteres dunkel wird. Diese Erscheinung wird durch das Schrumpfen der rothen Blutkörperchen in der Kochsalzlösung und durch das Aufquellen derselben im Wasser begründet. Das Entgegengesetzte tritt zu Tage, wenn wir Blut im auffallenden Lichte untersuchen, indem die auf Kochsalzlösung geschrumpften und sternförmig umgestalteten und dichter gewordenen Blutkörperchen weniger Strahlen durchlassen und ihrer Sternform halber auch die Strahlen mehr reflectiren, so dass der Beobachter den Eindruck des Hellen erhält, während die im Wasser zu Kugel- oder Linsenform umgewandelten, dünner gewordenen und einzeln als eben so viele Sammellinsen wirkenden einen grossen Theil der Strahlen concentriren und blos einen kleinen Theil reflectiren, wodurch das Blut dunkel erscheint. Umgekehrt verhält sich die Sache, wenn wir durch die genannten Gefässe durchblicken. Da lässt die mit Wasser verdünnte Blutlösung die Strahlen durch und die ganze Masse wird hell; die Kochsalzblutlösung hingegen reflectirt die Strahlen und dasselbe erscheint desshalb dunkler.

Wird Blut aus dem lebenden Thiere frei abfliessen gelassen, so gerinnt es nach kurzer Frist. Wir unterscheiden am geronnenen Blute drei Schichten, und zwar den Blutkuchen (Placenta sanguinis), das sich darüber ansammelnde wasserhelle oder gelbliche Blutserum (Serum sanguinis), und in langsam gerinnendem Blute, oder in demjenigen von an entzündlichen Processen erkrankten Menschen und Thieren, eine gelblichweisse Schichte, die Speck- oder Entzündungshaut (Crusta phlogistica).

Wird das Blut geschlagen, so gerinnt es nicht gänzlich, d. h. der Faserstoff desselben legt sich an den schlagenden Gegenstand an und wird so aus dem Blute abgeschieden, es bildet sich kein Blutkuchen.

Die Gerinnung des Blutes kann durch Zusatz von etwas Ammoniak, oder Lauge, ferner durch Alkalien und die neutralen Erdsalze (Chloralkalien, Phosphate, Sulfate, Carbonate und Nitrate) hintangehalten werden. Das beste Gegenmittel für die Gerinnung ist eine 28% Lösung von schwefelsaurem Magnesium (1 Volum auf 3·5 Volumtheile Pferdeblut). Hindernd oder verzögernd auf dieselbe wirken: Essigsäure, grösserer Gehalt an Kohlensäure (so gerinnt venöses Blut später, als arterielles), Hühnereiweiss, Zuckerlösung, Glycerin und Wasser, ebenso die Kälte. Auf 0° abgekühltes Blut

gerinnt selbst nach einer Stunde nicht (Davin). Unter grossem Drucke befindliches Blut zögert mit der Gerinnung (Landois); hingegen wird dieselbe durch Berührung mit fremden Körpern beschleunigt; eben dasselbe erfolgt bei Eindringen von Stickstoff und Hydrogen in's Blut, oder einer Erhitzung desselben auf 39—55° C. (Hewson).

Der elektrische Strom hindert gleichfalls den Gerinnungsprocess. Wie aus Experimenten ersichtlich, gerinnt Pferdeblut am spätesten. Wird Blut mit Wasser verdünnt oder hohen Wärmegraden ausgesetzt, oder der elektrische Strom durch dasselbe durchgeleitet, oder aber solches zum Gefrieren gebracht und dann aufthauen gelassen; so theilt es sich in zwei Theile ab, in eine untere weissliche, aus dem Stroma der Blutkörperchen gebildete Substanz und eine obere lackfarbene, durchsichtige Flüssigkeit, die Hämoglobinlösung. Letztere bewirkt, in das Blut der Thiere injicirt, deren Absterben. Naunyn und Högyes erklären diess aus der tödtlichen Wirkung der Zersetzungsproducte; Plósz aus der im Herzen oder in den grossen Gefässen erfolgenden Blutgerinnung.

Auffällig ist die Beobachtung von Boll, dass Blut von Vögel-Embryonen auch nach 12—14tägigem Stehen nicht gerinnt. Das Lebervenen-, ebenso das Menstruationsblut gerinnen in geringem Maasse (letzteres in Klumpen, wenn die Ausscheidung im Uebermaasse erfolgt).

Blut bei entzündlichen Krankheiten gerinnt langsam. Albertoni constatirte ferner, dass Blut die Gerinnungsfähigkeit verliere, wenn dem Thiere ein Glycerinextract von Pankreasferment; Schmidt-Mühlheim beim Hunde, wenn demselben reines Pepton injicirt wird.

Der Blutkuchen (Placenta sanguinis) besteht aus Fibrin und den zwischen seine Fasern eingelagerten Blutkörperchen. Die über demselben angesammelte, helle oder durch die Blutkörperchen schwach rosa gefärbte Flüssigkeit, die beim Schrumpfen des Blutkuchens aussickert, nennt man Blutserum. Am Grunde des Blutkuchens sehen wir die dunkelste Färbung, da die rothen Blutkörperchen vermöge ihres hohen specifischen Gewichtes zu Boden sinken; gegen die Spitze zu, wo sich wenig Blutzellen anhäufen und so kein Hinderniss obwaltet, ist er kräftiger contrahirt und nimmt im Cylinderglase eine abgestutzte Pyramidenform an.

Der den Blutkuchen zusammensetzende Faserstoff (Fibrin) ist aus zweierlei Albuminsubstanzen zusammengesetzt, und zwar aus der fibrinogenen (faserstofferzeugenden) und der fibrinoplastischen (faserstoffbildenden) Substanz; welche einzeln dargestellt werden können, und zusammengebracht einen, dem Fibrin sehr ähnlichen Niederschlag bilden. Die Gerinnung des Blutes ist nur durch das Zusammenwirken dieser beiden, sogen. Fibringeneratoren ermöglicht.

Die beiden Arten der Fibringeneratoren werden dargestellt, wenn man Blut mit der zehnfachen Menge Eiswasser diluirt und dann Kohlensäure darauf leitet. Die fibrinoplastische Substanz setzt sich am Boden des Gefässes als grauweisser Niederschlag ab und kann durch Filtriren rein gewonnen werden; löst sich beim Schütteln mit Wasser oder zugeleitetes Oxygen wieder, und wird durch Kohlensäure neuerdings gefällt.

Die fibrinogene Substanz wird aus demselben Blute, aus welchem die fibrinoplastische bereits ausgefällt wurde, dargestellt, indem es noch

mehr diluirt und dann mit Kohlensäure im Ueberschusse versetzt wird; die Ausscheidung erfolgt gleichfalls, wenn Blut mit Alkohol und Aether geschüttelt wird. Die fibrinoplastische Substanz kann ferner aus dem Blutserum gewonnen werden, welches eben keine fibrinogene Substanz enthält; hingegen enthält das Lymphserum blos fibrinogene Substanz. Daher rührt es auch, dass man beim Vermengen von Blutserum mit Lymphserum — da die fibrinogene mit der fibrinoplastischen Substanz in Wechselwirkung tritt — einen dem Fibrin ähnlichen Niederschlag erhält.

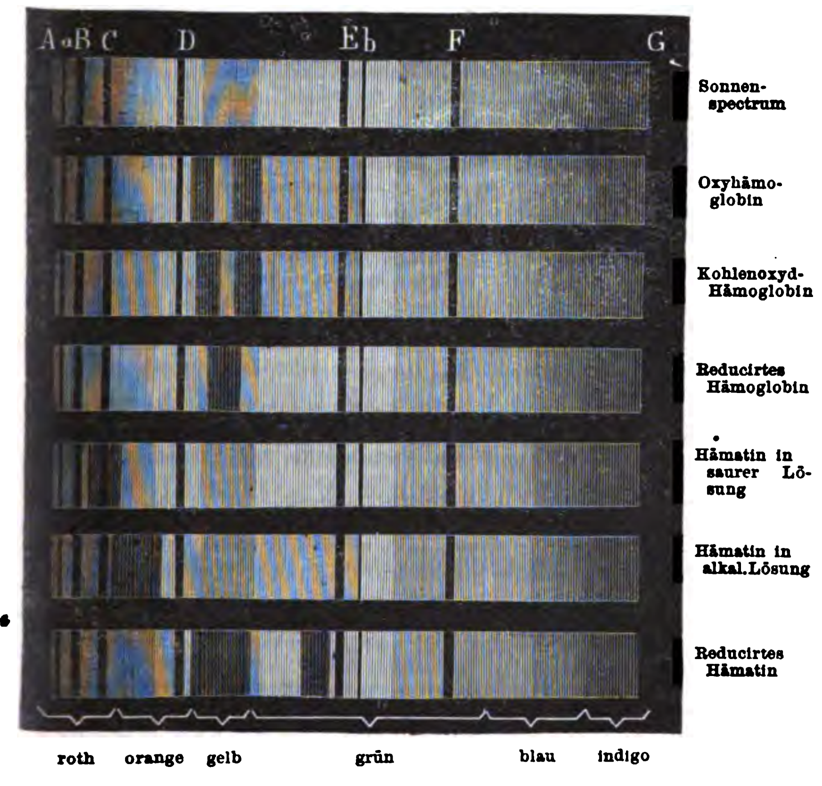


Fig. 84. Blutspectrum im Vergleiche mit dem Sonnenspectrum.
A, B, C, D, E, F, G = Fraunhofer'sche Hauptlinien; *a, b* = feinere Fraunhofer'sche Linien.

Das in den rothen Blutkörperchen enthaltene Hämoglobin — welches mit Sauerstoff gemengt als Oxyhämoglobin bezeichnet wird — zeigt die wichtige Eigenschaft, vermöge welcher man winzige Mengen Blutes zu constatiren vermag, nämlich dass es im Spectrum zwischen den beiden Fraunhofer'schen Linien *D* und *E* zwei schwarze Absorptionsstreifen aufweist (Hoppe-Seyler), von denen der erste schmäler, der zweite breiter ausfällt (s. Fig. 84. Oxyhämoglobin-Spectrum).

Wird reines Blut oder eine dichte Lösung desselben durch das Spectroskop untersucht, so ist das Spectrum dunkel, unsichtbar; wird jedoch die Lösung diluirt, so tritt mit der Dilution das Spectrum immer deutlicher hervor, und zeigen sich, bei einem gewissen erreichten Grade, die Absorptionsstreifen am deutlichsten.

Werden reducirende (das Oxygen absorbirende) Stoffe dem Blute zugesetzt (Platinchlorid, ammoniakalisch-weinsteinsaure Zinnoxydlösung, Eisenfeile, oder das Stokes'sche Reagens [aus Weinsteinsäure, Eisensulfid und überschüssigem Ammoniak], Citronensäure und Eisen-Chromsäure), so gibt das Blut Sauerstoff ab und es entsteht darin reducirtes Hämoglobin, bei welchem sich im Spectrum beide Absorptionsstreifen vereinigen (Stokes) und einen helleren Streifen darstellen (s. Fig. 84, reducirtes Hämoglobin); wird die reducirende Substanz im Ueberschusse beigesetzt, dann verschwindet der Streifen später gänzlich. Bei der Verbindung des Hämoglobin mit Kohlenoxyd (CO), z. B. bei Kohlenoxydvergiftung, entsteht das Kohlenoxyd-Hämoglobin, welches ebenfalls zwei, doch ziemlich gleiche Absorptionsstreifen im Spectrum zeigt, doch ist das sie trennende Gelb des Spectrums schmäler geworden (s. Fig. 84, Kohlenoxyd-Hämoglobin). Diese minimalen Unterschiede treten blos bei der Vergleichung des normalen Blutspectrums zu Tage, was bei der Bestimmung vom Blute bei Kohlenoxydvergiftungen stets in Anbetracht zu ziehen ist. Vervollkommnet wird diese Probe, wenn dem Blute reducirende Substanzen zugesetzt werden; es entsteht dann im normalen Blute das reducirte Hämoglobin, welches nur einen Absorptionsstreifen aufweist; während das kohlenoxydhämoglobinhaltige Blut bei jeder Beigabe von reducirenden Stoffen die beiden gleichdicken Absorptionsstreifen beibehält. Das Hämatin zeigt in saurer Lösung einen Absorptionsstreifen in der Fraunhofer'schen Linie *C* (s. Fig. 84, Hämatin in saurer Lösung); in alkalischer Lösung tritt gleichfalls nur ein, doch breiterer und bis zur Linie *D* sich erstreckender Streifen auf (s. Fig. 84, Hämatin in alkal. Lösung); hingegen sehen wir bei reducirtem Hämatin zwischen den Linien *D* und *E* zwei Streifen, von denen der erstere breiter als der zweite ist (s. Fig. 84, reducirtes Hämatin).

Quantitative Bestimmung des Hämoglobins.

Die quantitative Bestimmung des Hämoglobins spielt neuerdings in der Medicin eine grosse Rolle, wesswegen wir zu mindest auf das Wesen der Bestimmungsmethoden einzugehen für nöthig erachten. Die eine Methode gipfelt darin, dass aus dem Eisengehalte des Blutes auf dessen Hämoglobingehalt geschlossen werden kann. Eine andere Methode ist die colorimetrische, eine dritte, die Bestimmung mittelst des Spectroskopes. Preyer's spectroskopische Methode basirt darauf, dass er eine aus reinen Hämoglobinkristallen bereitete wässerige Lösung (1 Ccm. von 0·8 %) durch das Spectroskop ansieht. Diese Lösung zeigt blos den rothen, gelben und einen Theil des grünen Feldes im Spectrum, während die übrigen absorbirt sind. Nun wird die Blutprobe (0·5 Ccm.) solange mit Wasser diluirt, bis die gleichen Spectralfelder erscheinen. Es ist selbstverständlich, dass je dichter an Hämoglobingehalt die Blutprobe war, um so mehr Wasser zur Erreichung des obigen Zweckes aufgebraucht werden musste; es steht somit die Dilution mit dem Hämoglobingehalt im Verhältnisse. Setzen wir den Procentgehalt des Hämoglobins = s (in solchem Blute, welches noch den grünen Streifen durchlässt, also 0·8 %), ferner das Volum der Blutprobe (in unserm Falle 0·5 Ccm.) = t, die Menge des zur Dilution verbrauchten Wassers = *v*, dann ergibt sich der Procentgehalt des Hämoglobins im untersuchten Blute = p nach der Formel

$$p = \frac{s(v + t)}{t}$$

Die Methoden von Hoppe-Seyler und Lesser beruhen auf dem Vergleiche der Farbenscala der Hämoglobinlösung mit der des diluirten reinen Blutes.

Die vollkommenste, doch zugleich complicirteste Methode ist die neue spectroskopische von Vierordt, für welche wir auf die allgemein bekannten und vorzüglichen diessbezüglichen Originalwerke Vierordt's verweisen.

Verminderung des Hämoglobingehaltes des Blutes wurde bei Reconvalescenten nach entzündlichen Processen, ferner bei Bildung von Magengeschwüren, Krebs, Ptysis, Herzleiden, chronischen Kachexien, Chlorose, perniciöser Anämie, Leucocythämie und bei energischer Mercurialbehandlung Syphilitischer gefunden. Das Alter, Geschlecht und Nahrungszufuhr sind auch auf den Hämoglobingehalt vom Einflusse. (Ueber die Menge des Hämoglobins bei verschiedenen Thieren u. s. f. siehe u.)

Chemische Zusammensetzung des Blutplasmas und des Blutserums.

Blutplasma. Das Blut besteht — wie schon erwähnt — aus Blutflüssigkeit und Blutzellen. Die Blutflüssigkeit lässt sich ihrer chemischen Zusammensetzung nach am Besten wegen der langsamen Gerinnung beim Pferde (Hoppe-Seyler) bestimmen; das unter den Thieren am raschesten gerinnende Blut der Vögel ist zu diesem Zwecke weniger brauchbar. Die Blutzellen erhält man aus der Flüssigkeit abgesondert am besten, indem Blut in Eis gekühlt und seine Gerinnung hintangehalten, hingegen das zu Bodensinken der Blutzellen befördert wird; worauf man das Blutplasma von der Flüssigkeit decantiren kann. Wird die gewonnene Flüssigkeit filtrirt, so ist man im Stande, auch die farblosen Blutkörperchen zu entfernen und dann zu untersuchen (Brücke).

Die Albuminate vom Blutplasma machen etwa 8—10 % der ganzen Flüssigkeit aus, von welchen etwa 0·2 % auf die Fibringeneratoren entfallen. Werden diese ausgeschieden, so unterscheidet sich das Blutplasma nicht weiter vom Serum. Das Fibrin besteht (wie oben gesagt wurde) aus fibrinogener und fibrinoplastischer Substanz; es reducirt leicht Wasserstoffhyperoxyd, indem es dessen Oxygen an sich reisst; und löst sich in diluirten Säuren, Alkali oder kohlensauren Alkalien, leicht in diluirter Salpetersäure und Lösungen von Kochsalz oder schwefelsaurem Natrium.

Blutserum. Das Blutserum enthält dreierlei Eiweissstoffe, und zwar:

a) die fibrinoplastische Substanz, welche als Niederschlag durch 3—4 Tropfen Essigsäure von 25 % (zu 10 Ccm. Rind- oder Pferdeblutserum zugesetzt) und durch Dilution mit der 15fachen Menge destillirten Wassers, aber auch durch Dilution, Einkühlung und Hinzuleitung von Kohlensäure gefällt wird;

b) das Serum-Albumin, welches sich beim Erhitzen (auf 73 ° C.) ausscheidet;

c) das Natron-Albumin (Kühne), welches nach Abfiltrirung des obigen Stoffes auf Spuren von Essigsäure noch gefällt wird; und in schwachen Laugen und Säuren löslich ist.

Ausserdem enthält das Blutserum verschiedene Extractivstoffe, Fette (0·1—0·2 %), besonders das Blutserum neugeborener — noch saugender — Thiere (Katzen), so dass es ein milchiges Ansehen darbietet, und unter dem Mikroskope einzelne Fetttröpfchen aufweist (neutrale Fette). Das Blutserum ausgewachsener Thiere zeigt wenig, nur bei reichlicher Fettnahrung etwas mehr Fette (letzteres auch bei Säufern, Landois). Ausserdem enthält dasselbe Fettsäuren, vielleicht auch Seifen (Röhrig), Cholesterin, Lecithin, wenig (angeblich aus der Leber und den Muskeln stammenden) Traubenzucker, Kreatin, Sarkin, Harnstoff (Ureum), Hippursäure und Harnsäure (letztere in minimalen Dosen). In sehr geringem Maasse ist ferner Indican und Milchsäure darin vertreten.

Das Wasser darin beträgt 90 %, die Salze 0·85 %; unter den letzteren überwiegt: das Kochsalz und das kohlensaure Natrium. Fleischkost vermehrt, Pflanzenkost vermindert vorübergehend den Salzgehalt des Serums (die Gase s. b. Blutgase).

Die Analyse des Blutserums nach Carl Schmidt zeigt folgende Zusammensetzung:

1000 Theile Blutserum enthalten:

901·51 Wasser und		
98·49 feste Bestandtheile	a) Fibrin	8·06
	b) Albuminate u. Extractivstoffe	81·92
	c) Salze	8·51

Kochsalz	5·546	Schwefels. Kalium . .	0·281
Natrium	1·532	Phosphors. Kalk . .	0·289
Phosphors. Natrium .	0·271	„ Magnesium	0·218
Chlorkalium	0·350		

Chemische Zusammensetzung der Blutkörperchen.

Der Zellkörper der farbigen und farblosen Blutkörperchen besteht aus Globulin, oder einem entweder diesem oder gewöhnlichem Eiweiss ähnlichen, in mancher Hinsicht jedoch verschiedenen, in den rothen Blutkörperchen an das Hämatin gebundenen Stoffe (Hämoglobin s. oben).

Die Körper der farblosen Blutkörperchen sind durch hämatinfreies Globulin gebildet. Die farblosen Blut-, die Lymph- und Eiterzellen und die rothen Blutkörperchen, wenn sie kernhaltig sind, enthalten einen eiweissartigen Stoff, der sich von allen bisher bekannten Eiweissstoffen unterscheidet, Phosphor enthält und weil im Kerne vorkommend, als Kern-Eiweiss,

Nucleïn, bezeichnet wird. Man kann dasselbe besonders aus Eiter in grösserer Menge darstellen.

Wie im allgemeinen Theile Erwähnung fand, besitzen die rothen und farblosen Blutkörperchen keine Membran, sondern ein feines, aus Fasern gewebtes Gerüste, das Stroma, welches den ganzen Zellleib sammt seinem Inhalte zusammenhält. Das Stroma kann auf mannigfache Weise isolirt werden, so: durch den elektrischen Funken, Zuleitung des constanten, oder Inductionsstromes, Gefrierenlassen und wieder Aufthauen (Rollett), Behandlung mit kaltem Wasser und hierauf folgendes Erhitzen (auf 60°, Schultze). Am zweckmässigsten wird das Zellgerüste erhalten, wenn defibrinirtes Blut mit 10 Volumtheilen einer Kochsalzlösung, welche auf 1 Volum concentrirter Lösung 15—20 Volume Wasser enthält, gemengt wird (Rollett, Neumann).

Dieselbe Reaction entwickelt Galle (Hünefeld), oder gallensaure Salze (Plattner, Dusch); das Serum, oder das lackfarbene Blut anderer Thiere (Landois), Chloroformdämpfe (Böttcher), Aether (Wittich), wenig Alkohol (Rollett), Thymol (Marchand), 1% Borsäure [worauf das sogen. Zooid (lebende Theil) aus dem sogen. Oikoid sich contrahirt, dieses sogar verlässt (Brücke, Stricker)], Carbolsäure (Hüls, Landois) und andere Säuren und Alkalien.

In solcher Weise behandelt, schwimmt das ausgeschiedene Hämoglobin als lackfarbene Flüssigkeit oben auf, während das Stroma als weisse Masse sich zu Boden setzt. Wird nun dieses Stroma erwärmt, so zerfliesst es wie ein Fettkörper, zum Zeichen dessen, dass es keine Zellmembran ist. Das Stroma enthält Globulin (wahrscheinlich auch andere Albumine), Lecithin, Cholesterin und die kernhaltigen Blutzellen nach Miescher und Plósz, auch Nucleïn; ferner nach Brunton eine mucinhaltige Substanz; endlich fand Wittich darin auch Spuren eines diastatischen Fermentes.

Ausserdem enthalten die Blutzellen nach Schmidt Fette (?), Wasser (681·63 pro mille) und Salze (7·28 pro mille). Die wichtigste Verbindung bleibt jedoch das früher abgehandelte Hämoglobin, dessen bemerkenswerthe Eigenschaft es ist, dass es mit grosser Energie das Oxygen verdichtet, es angeblich in Ozon verwandelt; aber es ebenso rasch an die im Blute vorfindlichen Verbindungen abgibt, also als Ozonophor wirkt.

Die ozonophore Eigenschaft des Hämoglobins lässt sich durch nachfolgendes, einfaches Experiment demonstriren. Dem Blute wird Terpentin zugesetzt, damit dieses das Oxygen des Blutes auf sich verdichte. Da aber das Terpentin gleichfalls ein ozonophorer Körper ist, d. h. das Ozon leicht auf andere Substanzen überträgt, so wird bei Zusatz von Guajactinctur zu dem, mit Terpentin vermengten Blute erst die Tinctur, später die ganze Flüssigkeit blau. Aus diesen und ähnlichen Versuchen erhellt, dass das Hämoglobin ozonophore Eigenschaft und eine besondere Affinität für Ozon (actives Oxygen = O_3) besitzt, woraus jedoch nicht folgt, dass das Oxygen

im Blute zu Ozon verwandelt werden müsse und als solches zugegen sei. Ein ferneres Experiment, wonach sich Guajactinctur auf Zusatz von Blutzellen bläut, scheint darauf hinzudeuten, dass das Hämoglobin nicht allein ozonophore, sondern auch ozonogene Eigenschaften besitzt. (Zu diesem Behufe wird Guajactinctur am Papierfilter getrocknet und darauf 5—10 Tropfen diluirtes Blut gegossen.)



Fig. 85. Verschiedene Blutkristalle des Menschen und der Thiere. 1. Hämoglobinkristalle vom: *Mo* = Eichhörnchen; *Tr* = Meerschweinchen; *Ü* = Erdzeisel; *L* = Pferd; *Em* = Mensch; *H* = Hamster: *Ma* = Katze; *T* = Kuh; *mv* = aus dem venösen Blute der Katze. 2. Häminkristalle vom: *E* = Menschen; *Vb* = Sperling; *M* = von der Katze, aus getrocknetem Blute mit Eisessig und durch langsames Erwärmen dargestellt (bei 350facher Vergrösserung). 3. = *h* = Hämatoidinkristalle aus einem alten Blutextravasate des Menschen. (Die Präparate *T*, *Ü*, *H*, *Vb*, *M* in unserem Institute hergestellt, die übrigen nach Frey gezeichnet.)

Schönbein fand weder im Blute, noch zwischen den aus Blut ausgetriebenen Gasen Ozon; und somit kann die Ozon-

bildung infolge der Hämoglobin-Reaction im Blute nicht als normal physiologischer Vorgang betrachtet werden (Pflüger). Die procentische Zusammensetzung von Hämoglobin im Hundeblute ist folgende:

C = 53·85, N = 16·17, Fe = 0·42, So = 0·39, O = 21·84.

Es kristallisirt (Hünefeld) (1840 Reichert) nach dem rhombischen System und zwar in rhombischen Tafeln oder Prismen, (Mensch, Pferd, Erdzeisel und viele andere Säuger), in Tetra- und Hexaëdern (Katze, Meerschwein) oder in 6eckigen, regulären Tafeln (Eichhörnchen). Die Kristalle sind doppeltbrechend.

In Fig. 85 sind die Blutkristalle verschiedener Thiere dargestellt.

Mikroskopische Kristalle können leicht auf folgende Art dargestellt werden. Es wird ein Tropfen Blut auf dem Objectträger diluirt und vermischt, dann darauf öfters gehaucht (Kohlensäure zugeführt), mit dem Deckgläschen bedeckt und im Lichten stehen gelassen. Bei einigen Thieren (dem Meerschweinchen und dem Erdzeisel) scheiden sich die Kristalle nach wenigen Minuten aus. Ebenso ist es bekannt, dass aus dem Blute Leukämischer sich die Kristalle unter dem Mikroskope in winziger Grösse selbständig bilden; nach unserer Erfahrung scheiden sich die Hämoglobinkristalle aus dem Blute milzbrandkranker Pferde in grossen rhombischen Tafeln sichtbar während der Untersuchung aus (Fig. 85 L). Die Darstellung grösserer, mit freiem Auge sichtbarer Kristalle kann durch verschiedene Methoden bewerkstelligt werden. Mehrere Centimeter lange Kristalle erhält man nach Gscheidlen, wenn defibrinirtes Blut durch 24 Stunden in offenem Gefässe stehen gelassen und davon etwas weniges in eine dünne Glasröhre eingeschmolzen und bei 37° C. durch einige Tage erwärmt wird; man lässt das Blut aus der Röhre auf eine Glastafel ausfliessen, worauf die Kristallbildung erfolgt. Sehr schöne Kristalle haben wir nach der Methode von Gscheidlen aus frischem Hundeblute mittelst Chloroform erhalten.

Hämoglobingehalt des Blutes.

Nach der Bestimmungsmethode von Becquerel und Rodier berechnete Preyer aus dem Eisengehalt des Blutes (in 100 Gr. Blut = 0·0350 bis 0·0633 Gr. Fe) den Hämoglobingehalt von 100 Gr. Blut und fand:

	Minimum	Maximum	
bei gesunder Frau	11·57	13·69	Gramm
„ gesundem Manne	12·09	15·07	Hämoglobin

Es ist ferner durch Versuche nachgewiesen, dass auf den Hämoglobingehalt das Alter, Geschlecht, die Tageszeiten, die Nahrung und Krankheiten vom Einflusse sind. Nach der Methode Vierordt's bestimmte Lichtenstern (den Farbstoff des Blutes vom Neugeborenen auf 100 stellend) den relativen Gehalt an Hämoglobin in Folgendem: für ein

1—3 Tage altes Individuum	100	15—25 Jahr altes Individuum	64
½—5 Jahr „ „	55	25—45 „ „ „	72
5—15 „ „ „	59	45—60 „ „ „	63

Aus diesen Zahlen ist ersichtlich, dass der Hämoglobingehalt beim Neugeborenen ein grösserer ist, wie diess bereits durch Denis, Convert und Naunyn constatirt wurde.

Nach den Tageszeiten gerechnet, schwindet das Hämoglobin in besonderem Maasse nach dem Essen (das Blut wird dünner); auf vieles Trinken ändert sich der Gehalt nicht, hingegen wachsen die Werthe beim Dursten und wahrscheinlich auch beim Schwitzen.

Preyer stellt folgende Hämoglobinwerthe für die Säugethiere auf.

Thier	Hämoglobin		
	in 100 Gr. Blut aus dem Eisengehalte bestimmt	in 100 Theilen nach der Farbenscala	nach der Spectralanalyse
Hund	13·8	13·8	13·3
Schaf	11·2	—	11·2
Rind	12·3	—	13·6
Schwein	13·2	—	14·3

Korniloff stellte nach seinen Untersuchungen verschiedener Thierspecies folgende Tabelle zusammen:

Thier	Zahl der Versuchsthiere	Relativer Hämoglobingehalt oder Exstinctions-Coëfficient
Fische	16	0·3564
Amphibien	13	0·3889
Reptilien	13	0·4328
Vögel	17	0·7814
Säugethiere	22	0·9366

woraus ersichtlich wird, wie von den Fischen zu den Säugethieren aufsteigend der Hämoglobingehalt wächst.

Subotin fand in jüngeren Thieren weniger Hämoglobin, als in älteren; so beim Rinde in 100 Theilen Blut 12·10 Th., beim Kalbe 8·92, bei einem 4 Wochen alten Hunde 3·4, in dessen Mutter 13·8.

Korniloff's Tabelle erweist das nämliche:

Thier	Relativer Hämoglobingehalt	
	altes Thier	junges Thier
Säugethiere	0·9236	0·7708
Vögel	0·8922	0·5355
Kaltblüter	0·4312	0·3478

Fasten verändert den Hämoglobingehalt nur wenig. So fand sich im Blute eines Hundes am ersten Fasttage in 100 Theilen 13·8 Th. Hämoglobin; am 38. Fasttage die (kaum glaubliche) Menge von 13·33; beim Kaninchen am 14. Fasttage 9·5. Bei 6 Kaninchen mit Pflanzenkost 8·2; beim Hunde mit stickstoffreicher Kost 13·5; hingegen bei einem durch 38 Tage mit Fett und Amylum genährten Hunde 9·52, bei einem zweiten mit Brod gefütterten Hunde 9·37. Bei stickstoffarmer Kost vermindert sich, bei N-reicher vermehrt sich, wie Subotin nachwies, das

Hämoglobin; wodurch der geringere Hämoglobingehalt der Pflanzenfresser eine Erklärung findet.

Die Procentzusammensetzung des bei 100° getrockneten Hämoglobins zeigt die nachstehende Tabelle (nach Rollett's Zusammenstellung verschiedener Autoren).

Elemente	Hund	Hund	Meerschwein	Eichhörnchen	Gans	Pferd
C	54·15	53·85	54·12	54·09	54·26	54·87
H	7·18	7·32	7·36	7·39	7·10	6·97
O	16·33	16·17	16·78	16·09	16·21	17·31
S	0·67	0·39	0·58	0·40	0·54	0·65
Fe	0·43	0·43	0·48	0·59	0·43	0·47
(P_2O_5)					(0·77)	
Beobachter	C. Schmidt	Hoppe-Seyler				Kossel

Zersetzungsproducte des Hämoglobins.

Das Hämoglobin zerfällt auf Säuren (Kohlensäure) oder viel Wasser, auf Alkalien, albuminfällende Reagentien, und bei Wärme von 70—80° C. in eine eisenhaltige Substanz, das Hämatin, und in ein, dem Globulin ähnliches, gleichfalls farbloses Albumin.

1. Das Hämatin ($C_{68}H_{70}N_8Fe_2O_{10}$) macht beim Hunde etwa 4% des Hämoglobins aus. Wird Hämoglobinlösung mit Essigsäure behandelt, so bildet sich „Hämatin in saurer Lösung"; wird diese aber mit Ammoniak im Ueberschusse versetzt, so entsteht „Hämatin in alkalischer Lösung" und bei Zusatz von reducirenden Substanzen kommt das „reducirte Hämatin" zu Stande. Alle diese bringen im Spectrum verschiedene Absorptionsstreifen hervor (s. o.).

2. Das Hämin (salzsaures oder Chlorhämatin) wurde 1853 zuerst von Teichmann (Teichmann'sche Kristalle) aus dem Blute dargestellt. Man kann dieselben aus längst eingetrockneten Blutflecken (so aus dem eingetrockneten Blute von Mumien) erhalten, woraus sich deren forensische Wichtigkeit erklärt (s. Fig. 85, 2).

Sie werden aus getrocknetem Blute oder Blutpulver hergestellt, indem dieses auf dem Objectträger mit etwas Eisessig (Acidum aceticum glaciale) verrieben wird, bis eine braune Masse entsteht. (Der Zusatz von Kochsalz ist unnöthig, ja die Kristalle des letztern hinderlich.) Nun wird das Deckgläschen darüber gegeben und über einer Weingeistlampe solange hochgehalten, bis die Lösung zu kochen beginnt. Man zieht das Glas weg und lässt es abkühlen. Die angeführte Figur zeigt bei E, Vb und M die rhombischen Kristalle (die Natur des Rhombensystems dieser Kristalle ist nach Högyes nicht festgestellt) aus verschiedenem Thierblute. Sie erscheinen

schwarz oder gelbbraun, theils als isolirt stehende, theils sich kreuzende Kristalle. Bei frischem Blute muss dasselbe erst getrocknet werden. Aus Kleiderflecken oder Holz muss (nach Struve) der Flecken zuerst mit diluirter Kalilauge und darauf mit Wasser extrahirt und filtrirt werden. Zum Filtrat wird Tannin zugesetzt und dann Essigsäure, bis saure Reaction eintritt. Der entstehende dunkle Niederschlag wird auf dem Filter ausgewaschen und davon etwas mit einem Körnchen Kochsalz auf den Objectträger gegeben, austrocknen gelassen und nach obiger Methode weiter verfahren.

3. Das Hämatoidin ($C_{32}H_{36}N_4O_6$) (Fig. 85 *h*). Virchow fand dasselbe im natürlichen Zustande, in Blutextravasaten (in Blutergüssen im Hirne und in Venenthromben) und den Graaf'schen Follikeln des Eierstockes. Die Hämatoidinkristalle sind rhombische Tafeln mit purpurrothem Rande und gelbrothem Körper.

Sie enthalten kein Eisen. Verfasser fand sie seiner Zeit als Assistent im Harne aus einer Nierenfistel (Schusswunde, aus der chirurg. Abtheilung von Prof. Lumnitzer). Nach Einigen (Valentiner) sollen sie mit grösster Wahrscheinlichkeit mit dem Bilirubin der Galle identisch sein.

Zahl der rothen Blutkörperchen.

Die Zahl der rothen Blutkörperchen in einer bestimmten Menge Blutes wurde bereits von Vielen bestimmt (zuerst von Vierordt, dann Welcker, Sölzing und Cramer, neuerer Zeit von Malassez, Hayem, Störensen, Patrigeon, Bouchot, Dubrisay, Duperié u. A.*). Auf Basis älterer Zählungen sollen beim Menschen 4·5—5 Millionen rothe Blutkörperchen auf ein Ccm. Blut kommen; und zwar erstere Zahl bei Weibern, letztere bei Männern. Die Zahl derselben variirt bei Thieren nach den verschiedenen Ordnungen zwischen 2—18 Millionen pro Ccm. Blut. Vierordt fand im Mittel einmal 5,174,000 rothe Blutkörperchen auf 1 Ccm., ein andermal 5,055,000; Welcker im eigenen Blute 4,573,846 und 5,269,505; Cramer im eigenen 4,726,400; Malassez bei acht kräftigen, jungen Parisern im Mittel 4,310,000; und zählte als Minimum 4 Millionen, als Maximum 4,600,000. Nach Hayem besitzt der Mensch 5 Millionen rothe Blutkörperchen per Ccm. im Mittel. Patrigeon setzt die Zahl auf 5—6 Millionen.

Sörensen, Bouchot und Dubrisay erstreckten ihre Zählungen beim Menschen auch auf das Alter; von Vierordt, Stölzing, Malassez, Müller, Worms besitzen wir solche bei verschiedenen Thieren.

Die nachfolgende Tabelle gibt die Zahl der Blutzellen beim Hunde und Kaninchen nach mehreren Beobachtern:

---

*) S. d. Verf. das Mikroskop etc.

Thier	Zahl d. Blutkörperchen in 1 Ccm.	Beobachter	Thier	Zahl d. Blutkörperchen in 1 Ccm.	Beobachter
Hund	4.612·000 4.231·000	Vierordt	Kaninchen	6.031·000 2.783·000	Vierordt
·	4.092·000 5.644·000	Stölzing		4.866·000	Stölzing
	4.719·000 9·639·000	Worm-Müller		4.300·000 4.540·000 4.160·000	Malassez

Aus der Tabelle ist ersichtlich, dass auch bei Thieren derselben Species die Anzahl der Blutkörperchen eine veränderliche ist.

Farblose Blutkörperchen.

Die farblosen oder weissen Blutkörperchen stellen kugelige, granulirte, membranlose, doch mit Kern*) und Zellstroma versehene Gebilde dar. Sie sind im Blute in geringerer Anzahl vertreten, als die rothen; und wurden 1770 von Hewson im Blute entdeckt; sie finden sich ausserdem in der Lymphe, dem adenoiden Bindegewebe, den Lymphdrüsen, dem Knochenmarke und als Wanderzellen in den Bindesubstanzen, zwischen den Drüsen und Epithelien, sogar in denselben, und schliesslich zwischen den Epidermiszellen.

Bemerkenswerth ist bei ihnen, dass sie im lebenden Zustande amoebenartige (amöboide) Bewegungen ausführen (von Wharton an den Blutzellen der Rochen, und von Davaine an denen des Menschen beobachtet), darin bestehend, dass sie an einer oder mehreren Stellen ihres Zellleibes bald kleinere, bald grössere fussförmige Fortsätze (Pseudopoda) ausstrecken und dabei Locomotion besitzen (ihren Ort verändern).

Man bekommt diesen Vorgang besonders deutlich zur Anschauung, wenn man das Blut (von Säugern) am heizbaren Objecttische bei 35—40° C. untersucht. Die amöboiden Bewegungen der Blutzellen beim Frosche können ohne jedes Reagens auf zweierlei Weise gesehen werden: 1. Ein Tropfen Froschblut wird in der feuchten Kammer (wir verweisen auf das Werk des Verf. „Das Mikroskop") beobachtet; worauf man sieht, dass aus dem geronnenen Tropfen die farblosen Blutkörperchen auswandern und am Rande im ausgepressten Serum sich bewegen. 2. Man ätzt die Hornhaut eines Frosches mit Höllenstein. Darauf wird nach 2 Tagen (im Sommer genügen 24 Stunden) die vordere Augenkammer pungirt und der ausfliessende Humor aqueus untersucht. Man kann hiebei in dem sonst wasserhellen, nunmehr durch die

*) Der Kern ist an der frischen Zelle kaum oder gar nicht sichtbar; bei Zusatz von Wasser, oder Essigsäure erscheinen 2—5 kernartige Gebilde. (S. allg. Theil.)

ausgewanderten grossen farblosen Blutkörperchen trübe gewordenen Kammerwasser bei starker Vergrösserung, auch ohne jeden Heizapparat die obschon langsamen amöboiden Bewegungen sehen (Recklinghausen).

Eine weitere auffällige Eigenschaft der farblosen Blutkörperchen ist die, dass sie während ihrer Bewegungen — wie die Amöben — Körnchen oder rothe Blutkörperchen in sich aufnehmen (Häckel).

Wird in die Blutgefässe des Frosches in Wasser suspendirter Zinnober, oder Choroidealpigment, oder solches von melanotischen Geschwülsten injicirt, so sind die farblosen Blutkörperchen nach kurzer Frist mit diesen Pigmentkörnchen gefüttert (Cohnheim).

Schliesslich zeigen die farblosen Blutkörperchen die Besonderheit, dass die darin enthaltenen Protoplasmakörnchen unter gewissen Umständen in Molecularbewegung (Brown) gerathen; wie diess Recklinghausen für die Lymph- und Eiterzellen, Brücke für die Speichelzellen schon früher erwiesen.

Der Inductionsstrom bewirkt deren kugelige Contraction; nach schwachen durchgeleiteten Strömen nehmen sie die Bewegungen wieder auf; stärkere Ströme ertödten dieselben, sie quellen auf und zerfliessen dann.

Die Vermehrung der farblosen Blutkörperchen durch Theilung ist bis nun beobachtet von Brücke, Kölliker, Klein, Stricker, Ranvier und Thanhoffer.

Das wechselseitige Verhältniss der Zahlen zwischen rothen und farblosen Blutkörperchen ist ein schwankendes; je nach dem Geschlechte, Alter, Nahrungszufuhr, der Speisen selbst, dem allgemeinen Gesundheitszustande und selbst nach einzelnen Körpertheilen. So ist die Zahl der weissen Blutkörperchen grösser bei Kindern als bei Erwachsenen; mehr bei Weibern und nach der Nahrungszufuhr als bei Männern und beim Hungern. Das circulirende Blut enthält angeblich mehr farblose Blutkörperchen, als das gelassene; weil bei letzterem eine Menge derselben bei der Fibrinbildung zu Grunde geht (Schmidt, Landois); Landois beobachtete unter dem Mikroskope die Umwandlung des Zellstromas zu Fibrinfasern. Die Zahl der farblosen Blutkörperchen kann auf 1 Ccm. Menschenblut mit etwa 13,000 fixirt werden.

Das Zahlenverhältniss der farblosen und rothen Blutkörperchen in normalen Verhältnissen stellt sich nach Welcker 1 : 335, nach Moleschott wie 1 : 357; nach Gowes 1 : 330. Im Milzvenenblute jedoch 1 : 60—70; in der Milzarterie 1 : 1800— 1 : 2260; in der Lebervene 1 : 170, in der Pfortader (Vena portae) 1 : 740. Es kommen ihrer in den Venen eine grössere Anzahl vor als in den Arterien.

Beim Hungern und schlechter Ernährung wird die Anzahl der farblosen Blutkörperchen verringert; ausser den oben erwähnten Factoren wird deren Zahl vermehrt: bei fortschreitender Eiterung, im Puerperalfieber, bei Einnahme von Roborantien (Chinin. Bitterstoffe). Bei der Leukämie

(Leukocythosis) fand Virchow im Menschen (beim Pferde Bollinger, bei dem an Zuchtlähme erkrankten Pferde Thanhoffer) eine derartige Massenzunahme farbloser Blutkörperchen, dass sie den rothen gleichkamen, ja in einzelnen Fällen prävalirten. Das Blut zeigte dann keine rothe, sondern eine gelbliche oder weissliche Farbe. Auf einfache Art und mit Geschick bestimmt Welcker die relativen Mengen der beiden Formelemente. Er defibrinirt zu diesem Zwecke das Blut, filtrirt es und giesst es dann in Glasröhren von 1 Cm. Dicke. Nach längerem Stehen bilden sich dann drei Schichten; zu oberst das Serum, dann die Schichte weisser, zu unterst die der rothen Blutkörperchen. Nun kann von der relativen Dicke der Schichten auf die Menge der Formelemente geschlossen werden.

Neue Gesichtspunkte eröffneten sich ferner für die Untersuchungen seit der Entdeckung Cohnheim's über die sogen. Wanderung der farblosen Blutkörperchen, worüber übrigens (worauf Colomann Balogh hinwies) bereits bei Waller (1841) die ersten Beobachtungen vorliegen.

Durch die Stomata (s. Fig. 76 bei *st*) der Wandungen kleinerer Venen und der Blutcapillaren können sowohl farblose, als auch farbige Blutkörperchen austreten (Diapedesis).

Cohnheim und mit ihm die meisten Forscher halten das Entzündungsproduct — die Eiterkörperchen — für solche ausgewanderte farblose Blutkörperchen (Wanderzellen). Stricker und dessen Schüler beobachteten bei der Entzündung die Theilung der sogen. fixen Zellen der Bindesubstanz und deren Absonderung zu Eiterzellen; doch nehmen sie ebenfalls die Einwanderung und die Theilung der eingewanderten Zellen an. Die Untersuchungen des Verfassers führten zur Stütze dieser Angaben. Neuerer Zeit versuchten Böttcher und seine Schüler die bereits längst von Virchow aufgestellte Theorie zu vertheidigen, wonach die sogen. fixen Zellen der Bindesubstanz (Bindegewebskörperchen) hauptsächlich bei der Entzündung betheiligt waren. Die Entscheidung dieser Frage obliegt wohl noch Resultaten künftiger Untersuchungen; wir haben uns die Skizzirung der herrschenden Hypothesen aus dem Grunde erlauben zu müssen geglaubt, weil Wanderzellen auch bei normalen physiologischen Processen im Bindegewebe gefunden werden, andererseits die Kenntniss der Lehre von der Entzündung für den Arzt von grösster Wichtigkeit ist.

Ausser den rothen und weissen Blutkörperchen finden sich im Blute noch weitere mikroskopische Formelemente vor. Es sind diess die sogen. Elementarkörnchen und die Elementarkörnchenschollen. Jene stellen winzige rundliche oder eckige (kantige) Protoplasmastückchen dar, welche durch Zerfall weisser Blutkörperchen entstanden sein können (Hensen, Nedswetzky), oder sind es Albumin- oder kleine Fettkrümmel; erstere lösen sich in Essigsäure, letztere in Aether.

Nach Ranvier sind diese Gebilde Fibrinkrümmel, und wird die erste Form aus der Vereinigung mehrerer Krümmelchen zu Schollen. Bei der Leukämie finden sich ausserdem noch stark granulirte, den farblosen Blutkörperchen zumeist ähnelnde, körnchenzellenartige Gebilde im Blute, welche in der Milz ebenfalls vorkommen und von da aus in's Blut gelangen. (Bei an Zuchtlähme erkrankten Pferden fand der Verfasser diese Körper in den Gefässen und im Blute).

Nach der Nahrungseinnahme finden sich ferner in 4 bis 6 Stunden Chyluskörnchen im Blute [in der obern Vena cava

(nach 12 Stunden), der linken Vena anomyma, in der Lungenarterie, der Unterschlüsselbeinvene, und im linken Herzen].

Nach Hensen, Kolatzek und Lüders enthält das normale Blut einige Bacterien, ebenso auch Sarcine-Zellen (Ferrier), welche 1872 von Lostorfer für Syphiliskörperchen angesprochen wurden. Ausser diesen Formelementen weist das Blut noch kernige, mit rothen Körnchen gefüllte Albuminkugeln auf (Schultze, Schmidt, Ohler, Funke), deren Ursprung und Bedeutung bisnun unbekannt ist. Im Froschblute fand ausserdem noch Rollett ausser den farblosen Blutkörperchen kleinere kernförmige farblose Gebilde, die unserer Annahme nach füglich aus den rothen Blutkörperchen ausgetretene Kerne sein können; deren Austritt aus den Zellen wir zu öftern unter dem Mikroskope ohne jedes Reagens beobachten konnten. Brücke machte dieselbe Wahrnehmung (Austritt des Zellkernes) auf Borsäure-Zusatz; Recklinghausen beschrieb schon früher spindelförmige farblose kernhaltige Zellen im Froschblute. In alten Blutextravasaten und in den Gerinnseln des Herzens sind ferner concentrisch geschichtete Körper (Hassal'sche concentrische Körperchen) gefunden worden, auf deren nähere Besprechung wir bei der Thymusdrüse verweisen wollen; es scheint dass sie im Blute eine besondere Form geronnenen Fibrins darstellen. (Ueber die im Blute vorfindlichen Gebilde s. den allg. Theil).

Im pathologischen Blute kommen sowohl thierische als pflanzliche (Micrococcen, Bacterien = Schizomyceten = sich theilende Spaltpilze —, oder Pflanzen) niedrige Organismen, neuestens sogen. Mikrobien vor. Von pflanzlichen Parasiten fand man bisher im Blute: den Bacillus anthracis (Milzbrand), die Bacillen der Tuberculose (Koch), die des Wechselfiebers (B. malariae) (Klebs, Tommasi-Crudeli, Rózsahegyi), ferner Micrococcen und aus diesen sich entwickelnde Fäden im Blute bei Rinderpest, in dem von rotzkranken Pferden (Koch und Schütz, in rotzkrankem Blute auch Bacillen), im Erysipel des Schweines (Azary), im Sub-Meningealserum des Rückenmarkes von an Zuchtlähme erkrankten Pferden, desgleichen im Blute, Sperma und Nervenröhren derselben (Thanhoffer); Diplococcen in den Sputis von an Lungenentzündung Erkrankten (Friedländer); Bacillen in den Därmen Cholerakranker (Koch); Spirocheten (Spirillium) im Blute bei Febris recurrens (Obermayer) u. s. w.

Die chemische Zusammensetzung der farblosen Blutkörperchen wird aus der Analyse des Eiters erschlossen. Sie enthalten fibrinoplastische Substanz und ein Gerinnungsferment, ferner im Nuclein der Kerne (Miescher) Stickstoff, Schwefel und Phosphor; nach Salomon auch Glycogen.

In 100 Theilen getrockneten Eiters sind:

Phosphorsaure Erden . . .	0,416
„ Natrium . .	0,606
„ Kalium . .	0,201
Kochsalz	0,143.

Die Entstehung der rothen Blutkörperchen und Regeneration des Blutes.

Im Embryo entstehen die ersten rothen Blutkörperchen aus farblosen, rundlichen Zellen, und vermehren sich bis zu einer gewissen Zeit durch Theilung. Die embryonalen Blutkörperchen behalten ihren Kern auch dann, wenn sie (beim Menschen und den Säugethieren) bereits Hämoglobin aufgenommen haben; beim ausgewachsenen Thiere (sowohl Mensch als Säugern) fehlt denselben — wie bereits bekannt — der Kern. Im ausgebildeten Thiere jedoch gehen sie — wie diess Experimente bewiesen — fortwährend zu Grunde; doch werden, nach mehreren Untersuchungs-Ergebnissen, gleichzeitig solche neu gebildet. So kommen sie bei gewissen, erfahrungsgemäss mit Zerstörung der rothen Blutkörperchen einhergehenden Krankheiten nach einer gegebenen Zeit wieder in normaler Menge vor. In der beim Wachsthum des Körpers sich vermehrenden Blutmenge sind die rothen Blutkörperchen in normaler Zahl vorhanden, ein Beweis dessen, dass mit Zunahme der Blutmenge diese sich auch wieder vermehren mussten. Nach grossen Blutverlusten finden sich nach einer bestimmten Zeit die rothen Blutkörperchen in normaler Menge vor.

Diese Thatsachen weisen alle darauf hin, dass im lebenden, ausgewachsenen Menschen und Thiere eine Art der Entstehung rother Blutkörperchen vorhanden sein müsse. Dabei muss wohl der erste Gedanke daraufhin gerichtet sein, dass die rothen Blutkörperchen denen im Embryo analog, im ausgewachsenen Thiere zu Stande kommen; und zwar entweder durch Theilung der vorhandenen rothen, oder durch Umwandlung der farblosen in rothe Blutkörperchen, und dass damit zugleich der Ersatz für die zu Grunde gegangenen erfolge. Bis nun gelang es aber nicht, die erstere Vermehrungsart zu beobachten, während zahlreiche Beobachtungen für das Vorkommen der andern Entstehungsweise angeführt werden können.

Fahner (1845) und Kölliker (1846) vermutheten zuerst eine Umwandlung farbloser Blutkörperchen in rothe, doch ist diess erst durch die Untersuchungen von Neumann (1868), Bizzozero (1868—1869), Hoyer (1869) und neuerer Zeit von Rindfleisch u. A. zur Gewissheit erhoben worden; wobei bemerkt werden soll, dass diess nicht im circulirenden Blute geschieht, trotzdem Einige die im Blute vorfindlichen Elementarkörnchen oder Bildungszellen für rothe Blutkörperchenbildner ansprechen (Hämatoblasten von Hayem).

Nach Hayem, Norris und Heitzmann sollen aus Knorpel- und Knochenzellen, nach Schäffer aus dem subcutanen Binde-

gewebe und nach Stricker im krankhaften Zustande aus jedem Gewebe (Muskel-, Knorpel-, Knochen- und Corneazellen) rothe Blutzellen gebildet werden; andere nehmen den Ort der rothen Blutzellenbereitung im Knochenmarke, der Milz, mit Wahrscheinlichkeit der Leber und auch in anderen Organen an. So fanden Bizzozero und Salvioli bei Thieren, nach grossen Blutverlusten, die Milz geschwollen und mit viel kernhaltigen rothen Blutkörperchen gefüllt, welche ihrer Annahme nach nur in dem Organe gebildet sein konnten, da die rothen Blutzellen der Säuger kernlos sind; hingegen stellt Neumann (1881) die Bildung rother Blutkörperchen in der Milz in Abrede.

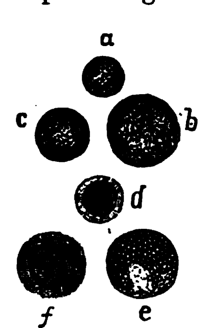


Fig. 86. Markzellen aus dem Marke der Tibia von Cavia cobaja (nach Ranvier). *a* = rundliche feingranulirte, farblosen Blutkörperchen ähnliche Zellen; *b* = grosse, Kerneinschnürung zeigende (sich vielleicht theilende), granulirte Zelle; *c* = feingranulirte grosse Zelle; *d* = grosskerniges, mit wenig Protoplasma versehenes Element; *f* = dasselbe, doch mit mehr Protoplasma; *e* = mit gelbrothen Körnchen erfüllte Lymphzelle.

Für die Leber liegen keine bestimmten Daten vor, doch fanden Kölliker und Neumann im Lebervenenblute alle Uebergangsstadien der rothen Blutkörperchen und ist es wahrscheinlich, dass hier auch Blutbildung erfolgt. Hingegen ist es für das Knochenmark mit Evidenz erwiesen (wenngleich Robin davon nicht überzeugt sein will), dass darin die farblosen Blutkörperchen oder mindest die solchen ähnlichen granulirten, runden, sogen. Markzellen zu rothen Blutkörperchen werden, wovon man sich im rothen Knochenmarke überzeugen kann. Zu diesem Zwecke wird ein frisches Rippenstück vom Menschen oder dem Hunde im Schraubstocke ausgepresst; und das Ausgeflossene ohne Zusatz unter das Mikroskop gebracht. In derartig ausgepresstem Knochenmarke finden sich neben kleineren, blassen und neben ganz ausgebildeten rothen Blutkörperchen in Scheibenform noch solche, die amöboide Bewegung und einen Kern besitzen, welche aus farblosen Blutkörperchen (Markzellen) durch Aufnahme von Hämoglobin gebildet sind, ferner die bald grösseren, bald kleineren farblosen kernhaltigen Zellen, sogen. Markzellen, und die weissen Blutkörperchen. Obenstehende Fig. 86 zeigt die einzelnen Umwandlungsformen der Zellen, nach Ranvier, und zwar bei *a*, *c* und *f* granulirte, verschiedengrosse, und den farblosen Blutkörperchen gleichende Zellen (Markzellen), bei *e* eine mit gelben Körnchen erfüllte Lymphzelle, bei *d* eine kernhaltige, bereits scheibenförmige mit wenig Protoplasma versehene Umwandlungszelle.

Die Blutbildung im Knochenmarke wird durch den Umstand begünstigt, dass hier die mikroskopischen Venen und Capillaren, wenigstens nach jetziger Kenntniss keine selbständige Endothel-

auskleidung besitzen; sondern nur durch das Grundgewebe umgrenzt werden (Rindfleisch). Bei solcher Anordnung stagnirt das Blut darinnen leicht, die Zellen gelangen mit Leichtigkeit in's Markgewebe, figuriren dort als Markzellen, bis ihre Umwandlung zu rothen Blutkörperchen beginnt; dann kommen sie in das Blutgefässsystem zurück und können nun definitiv zu rothen Blutkörperchen metamorphosirt werden. (S. im allg. Theile die Hämatoblasten von Hayem, und die Blutplättchen von Bizzozero.)

Physiologie der Blutgerinnung.

Es ist allbekannt, dass aus Thieren abgelassenes Blut rasch gerinnt; während es im lebenden Thiere im flüssigen Zustande kreist. Es frägt sich, worin der Grund dessen liegt, dass es in den Gefässen nicht gerinnt, während dieser Zustand bei ausgelassenem Blute baldigst eintritt. Dass die Circulation zum Erhalten des Blutes im flüssigen Zustande allein nicht ausreicht, zeigt wohl am besten, dass Blut in lebenden Gefässen des lebenden Thieres gerinnt (bei Arterien-Compression, Arterienligatur, bei Weiterspülung kleiner abgerissener Gefässwand- und Gerinnselpartikel in die kleineren Gefässe, bei endarteritischen und endocarditischen Affectionen u. s. w.). Früher meinte man, dass die Gerinnung des aus den Gefässen strömenden Blutes durch die an der Luft erfolgte Abkühlung erfolge; doch steht diess nicht, zudem durch Einkühlen in Eis die Gerinnung verzögert werden kann. Andere schrieben das Zustandekommen der Gerinnung dem Einflusse der atmosphärischen Luft zu; doch verfällt dieser Einwand, wenn man bedenkt, dass unter Quecksilber aufgefangenes, also von der Atmosphäre gänzlich abgesperrtes Blut gleichfalls gerinnt. Die Vermuthung, dass die lebenden Gefässe und das Herz der Grund vom Flüssigbleiben des Blutes im Thiere sei, wurde zuerst von Thackrah (1819) und Cowper ausgesprochen.

Für die endgiltige Lösung dieser Frage war von der Akademie in England ein grosser Preis ausgesetzt, der seinerzeit dem englischen Physiologen Richardson zuerkannt wurde; doch konnte man sich nur zu bald überzeugen, dass Richardson's Hypothese nicht das Richtige sei; hingegen die grösste Wahrscheinlichkeit für die, wenngleich modificirte Annahme Brücke's spreche.

Richardson stellte die Behauptung auf, dass das im Blute lebender Thiere vorhandene Ammoniak die Gerinnung aufhält (wie denn thatsächlich Ammoniak zum ausgelassenen Blute zugesetzt, dessen Gerinnung hindert); wird das Blut aus dem Gefässe entleert, so verdunstet das Ammoniak plötzlich und die Gerinnung findet statt. Brücke hingegen richtete sein Augenmerk hauptsächlich auf die Wirkung der Ge-

fässwände. Eines seiner interessantesten Experimente war jenes, wo er ein mit Blut — welches durch 15 Minuten an der Luft bei 0 ° C. gestanden war — gefülltes Schildkrötenherz in einen mit Wasserdämpfen gefüllten Raum gab und nach 5 ½ Stunden das Blut darin ungeronnen fand. (Im Schildkrötenherzen war bei 0 ° C. auch nach 8 Tagen das Blut ungeronnen, wie sich bei anderen Versuchen herausstellte). Im pulsirenden Froschherzen gerinnt das Blut gleichfalls nicht, hingegen ist mehrfach constatirt, dass die Gerinnung bei circulirendem Blute an solchen Stellen erfolgt, an denen man selbst blos mikroskopische Veränderungen (Durante) oder Entzündungsheerde nachweisen kann. In abgestorbenen Gefässen und Herzen, und anderen thierischen Organen, z. B. in dem aus der Leiche entnommenen Urether gerinnt das Blut; ebenso wenn es im Blutgefässe mit fremden Körpern (z. B. Glasstäbchen) in Berührung kommt, oder wenn das Gefäss abgebunden wird. Bei der Abhandlung des Blutes im frühern Abschnitte sind die gerinnungsbefördernden und verzögernden Factoren des Blutes besprochen worden. Nach diesem können wir nunmehr auf die Erörterung des Wesens der Blutgerinnung übergehen.

Es ist bereits gemeldet, dass Brücke mit apodictischer Sicherheit nachwies, dass den lebenden Gefässen die Wirkung, die Gerinnung des Blutes unter normalen Verhältnissen aufzuhalten, zukomme. Doch ist damit das Wesen der Gerinnung nicht ganz erklärt, die Lösung dieser Frage verdanken wir der schliesslichen und wahrscheinlichsten Annahme von Schmidt. Die Gerinnung erfolgt (s. oben) durch Ausscheidung des Faserstoffes im Blute. Die beiden Fibrinbildner, die sogen. fibrinogene und die fibrinoplastische Substanz vereinigen sich über Einwirkung einer dritten faserstoffbildenden Substanz, dem sogen. Fibrin-Ferment — welch letzteres im ausgelassenen Blute rasch entsteht, im circulirenden kaum oder nur spurweise zu finden ist — zu Fibrin (Schmidt).

Das Fibrinferment kann am leichtesten aus dem Rinderblute hergestellt werden, weil es sich im Serum dieser Thiere rascher bildet, als in dem der Carnivoren. Zu diesem Zwecke wird das Serum mit dem 20fachen Volum starken Alkoholes diluirt, worauf ein Niederschlag gefällt wird, den man nach 14—30 Tagen filtrirt. Am Filter bleibt geronnenes Albumin und das Ferment. Diese werden nun über Schwefelsäure getrocknet und zu Pulver zerstossen. Ein Gramm dieses Pulvers wird mit 65 Ccm. Wasser durch 10 Minuten verrieben und das Ganze filtrirt; worauf das Ferment im Wasser gelöst durch's Filter läuft und das Albumin zurückbleibt.

Im ausgelassenen Blute entstammt das Ferment aus den (sich auflösenden) farblosen Blutkörperchen. Daher kommt es auch, dass in solchem Blute weniger farblose Elemente gefunden werden als im circulirenden. Es gehen beim Abfliessen des

Blutes unzählige farblose Blutkörperchen bei der Fibrinbildung zu Grunde (Schmidt, Landois).

Nach Alexander Schmidt kommt die fibrinogene Substanz gleichfalls aus den farblosen Blutkörperchen, durch Zugrundegehen der Zellelemente entstanden, und ist im Serum des Menschen- und Säugethierblutes im gelösten Zustande enthalten. Aus dem zerfallenden Materiale würde sich nach Annahme der Forscher zugleich die fibrinoplastische Substanz und das Ferment bilden. Im ausgelassenen Blute der Amphibien und Vögel zerfallen die kernhaltigen rothen Blutkörperchen gleichfalls rasch und bilden die Fibringeneratoren (Schmidt, Landois).

Heynsius constatirte, dass man aus den ausgewaschenen Blutzellen des Pferdes 90 % des gesammten Faserstoffes darzustellen vermag; Hoppe-Seyler ferner, dass aus den mit Wasser behandelten rothen Blutkörperchen der Vögel ein, dem Fibrin ähnlicher Niederschlag resultirt. Ebenso beobachtete Heynsius (1869), dass aus Hühnerblute durch Wasser und diluirte Kochsalzlösung eine ähnliche Substanz dargestellt werden kann; dessgleichen gelingt die Herstellung des Fibrins auf ähnliche Art aus defibrinirtem (seines Faserstoffes durch Schlagen beraubten) Blute. Endlich hat Landois unter dem Mikroskope die Umwandlung des Stroma der rothen Blutzellen zu Fibrin nachgewiesen. Auf Grund dieser Untersuchungen können wir nun sagen, dass die rothen Blutkörperchen, d. h. deren Stroma auf die Bildung des Fibrins von wesentlichem Einflusse sind.

Landois nennt das aus dem Stroma entstandene Fibrin: Stromafibrin; das im Blutplasma vorfindliche: Plasmafibrin.

Blutgase.

Im Blute sind dreierlei Gase absorbirt und chemisch gebunden; nämlich Oxygen, Kohlensäure und in geringen Mengen auch Stickstoff. Ausser diesen findet man kleine Spuren von Ammoniak im Blute. Pflüger fand in 100 Raumtheilen Blut bei 0° C. und einem Meter Quecksilberdruck 473 Volumprocent Gase; von denen 16.9 % auf Oxygen, 29 % auf Kohlensäure, und 1·4 % auf Stickstoff entfielen. Im Arterienblute des Hundes fand Pflüger unter den nämlichen Verhältnissen 17 Volumsprocent; es würde demnach das Arterienblut nach Pflüger bis auf 9/10; nach Herter total mit Oxygen gesättigt sein. Im Venenblute wechselt der Oxygengehalt.

Das Oxygen ist nur zum kleinern Theile einfach im Blute absorbirt, der grössere Theil derselben an die rothen Blutzellen und zwar an das Hämoglobin (als Oxyhämoglobin) gebunden. Diese chemische Verbindung ist jedoch so labil, dass das Oxygen schon auf schwache Reagentien aus dem Blute

ausgetrieben werden kann; so durch Auspumpen, Kochen, und Ueberführung anderer Gase ins Blut, z. B. Kohlenoxyd (woraus dann Kohlenoxyd-Hämoglobin wird), oder aber durch reducirende Reagentien (Schwefel-Ammonium, Schwefelhydrogen, Eisenfeile u. s. f. Ueber den Ozongehalt des Blutes s. o.).

Die Kohlensäure macht bei 0° C. und 1 Meter Druck etwa 30 Volumsprocent des arteriellen Blutes aus; im venösen ist das Vorkommen derselben sehr verschieden. In ruhenden Muskeln beträgt dieselbe 35 Volumsprocent, im Erstickungsblut bis 52·6 Volumsprocent. Die Kohlensäure ist mehr im Blutserum als in den Zellen enthalten. Pflüger, Ludwig u. A. erhielten die gesammte Kohlensäure aus dem Blute durch Auspumpen. Ein kleiner Theil derselben ist absorbirt, der grösste Theil in der Blutflüssigkeit chemisch gebunden. Einen Theil bindet im Blute das einfache kohlensaure Natrium, und kann aus dieser Verbindung durch Säuren gelöst werden; ein anderer Theil ist wieder derartig an kohlensaures Natrium gebunden, dass wenn ein Aequivalent CO_2 von dem kohlensauren Salze aufgenommen wird, doppelkohlensaures Natron entsteht. Endlich findet sich ein verschwindender Theil der Kohlensäure im Blute an neutrales phosphorsaures Natrium gebunden (Ternet). Zwei Aequivalente dieses Salzes können 1 Aequivalent CO_2 binden und somit kann neben kohlensaurem Natrium auch saures phosphorsaures Natrium im Blute entstehen. Auch diese Gase sind mittelst der Luftpumpe austreibbar.

In den rothen Blutkörperchen wird die Kohlensäure wahrscheinlich durch das Hämoglobin, obschon sehr schwach gebunden, dessgleichen erfolgt durch die farblosen Blutkörperchen.

Der Stickstoff nimmt im Blute in 1·4—1·6 Volumsprocent und blos in absorbirtem Zustande ein. Es ist nicht ausgemacht, obschon nicht ausgeschlossen, dass die Blutzellen auch Stickstoff chemisch binden; worauf das Entweichen von Ammoniak aus stehendem (der Luft ausgesetzten und erwärmten) Blute hindeutet.

Endlich wird — auf Experimenten basirend — angenommen, dass im Stroma der Blutzellen eine Säure (Blutzellensäure) entsteht, welche die Kohlensäure vertreibt. Dieser Umstand scheint nebst andern Factoren auf die beim Luftwechsel erfolgende Kohlensäureausscheidung (von welcher bei der Athmung abgehandelt werden wird) von wichtigem Einflusse.

Blutmenge.

Zur Bestimmung der Blutmenge machte früherer Zeit Lehmann, Weber u. A. an justificirten Verbrechern Versuche. Die alten Experimente gaben nun keine bestimmten Resultate;

ausgenommen diejenigen nach der Welcker'schen, nunmehr auch schon alten, auf der Farbenprobe beruhenden Untersuchungsmethode. Die Farbenprobe wird derartig gewonnen, dass man irgend eine Arterie des zu tödtenden Thieres (Carotis) eröffnet und derselben Blut entlässt, und dieses defibrinirt. Da jedoch das arterielle Blut lichter ist als das venöse, so wird durch ersteres solange Kohlensäure geleitet bis es weichselfarben erscheint. Darauf wird in die durchschnittene Carotis ein T förmiges Glasrohr eingebunden und durch sämmtliche Blutgefässe des Thieres solange 0·6% Kochsalzlösung durchgespritzt, bis die Flüssigkeit aus der ebenfalls durchschnittenen untern Hohl- und den Jugularvenen rein abfliesst. Sowohl Blut als ausgeströmte Flüssigkeit wird peinlich genau gesammelt. Nun wird das ganze Thier in kleine Stücke zerschnitten (den herausgenommenen Magen- und Darminhalt abgerechnet, dessen Gewicht vom Körpergewicht substrahirt wird), diese mit Wasser ausgelaugt und die Flüssigkeit nach 24 Stunden ausgepresst. Diese verschiedenen Substanzen werden nun zusammengemischt und gemessen (ebenso die verbrauchte Kochsalzmenge); auf einen Theil derselben neuerdings CO_2 geleitet und von diesem ein Theil in ein sogenanntes Hämatinometer (ein 1 Ccm. haltiges, mit parallelen ebenen Flächen versehenes Glasgefäss) gegeben; während in einem zweiten ebensolchem Gefässe die nicht diluirte, doch auch mit CO_2 gesättigte Blutprobe solange mit gemessener Menge Wassers vorsichtig diluirt wird, bis beide Flüssigkeiten denselben Sättigungsfarbenton zeigen. Es ist selbstredend, dass nunmehr aus der Menge des Wassers, welches zur Diluirung der reinen Blutprobe verwendet wurde, damit man denselben Farbenton — den die mit dem ausgewaschenen Wasser versetzte Blutmenge aufwies — erhalte, zugleich ein Schluss auf die Menge des im gesammten Waschwasser enthaltenen Blutes gezogen werden darf; weil je mehr Wasser zur Blutprobe zugesetzt werden musste, um die Farbe des gesammten diluirten Blutes zu erhalten, auch umsomehr Blut im Waschwasser enthalten war. Nach dieser geistreichen und bei einiger Uebung ziemlich genauen Bestimmungsmethode stellte es sich heraus, dass sowohl Menschen als Thiere eine bedeutende Menge Blutes besitzen, und zwar beträgt diejenige eines erwachsenen Menschen $^1/_{13}$ — $^1/_{14}$ des Körpergewichtes (Bischoff). (Ein Mann von 60 Kgr. hätte somit 4·4 Kilo Blut.) Experimente an Thieren ergaben folgende Zahlen: Das Blut der Maus kommt = $^1/_{12}$ — $^1/_{13}$, des Hundes = $^1/_{15}$ — $^1/_{18}$, der Katze = $^1/_{21\cdot5}$, des Kaninchens = $^1/_{20\cdot1}$ ($^1/_{15}$ — $^1/_{22}$), des Meerschweinchens = $^1/_{19\cdot7}$ ($^1/_{17}$ — $^1/_{22}$), der Vögel im Allgemeinen = $^1/_{10}$ — $^1/_{18}$, des Frosches = $^1/_{15}$ — $^1/_{20}$, der Fische = $^1/_{14}$ bis $^1/_{19}$ vom Körpergewichte gleich.

Bei (übernormaler) Vermehrung der Blutmenge stellt sich Polyämie (Plethora = Vollblütigkeit) ein. Der Gegensatz davon ist Oligämie,

Anämie (Blutmangel, Blutleere) ein. Wachsen blos die wässerigen Bestandtheile des Blutes, so spricht man von Polyaemia serosa (seröser Vollblütigkeit). Bei Mehrvermehrung der Blutkörperchen tritt Plethora polycythaemica (z. B. nach Transfusionen) ein. Plethora hyperalbuminosa wird derjenige Zustand genannt, wenn der Albumingehalt des Blutes zunimmt, was nach reicher Albuminaufnahme erfolgt. (Wird Hühnereiweiss ins Blut injicirt, so tritt im Urine Eiweiss auf [Stockes, Lehmann].)

Man unterscheidet verschiedene Arten der Oligämie. Bei Oligaemia sicca (im Menschen bei Cholera) ist das Blut (infolge Wasserverlust) theerartig eingedickt. Die Verminderung der Albumine im Blute benannte man als Oligaemia hypalbuminosa (bei Albuminurie, Eiterungen, Diarrhöe, Blutungen u. s. w.).

Bei der Melitämie bildet sich Zucker im Blute (Diabetes mellitus = Zuckerharnruhr).

Bei der Lipämie ist viel Fett im Blute.

Von der Leukämie war bereits oben die Rede.

Physiologie der Blutcirculation.

Unter Blutcirculation (Circulatio sanguinis) verstehen wir jenen Process, vermöge dessen das Blut durch das, mit seinen abwechselnden Contractionen und Erschlaffungen als Druck- und Saugpumpe wirkende Herz, sowohl in den Blutgefässen, als auch durch diese im ganzen Körper in Strömung erhalten, (während dessen es in den Organen Veränderungen eingeht) und schliesslich in das Herz zurückgetrieben wird. Es umfasst somit die Physiologie der Blutcirculation nicht allein diese letztere allein, sondern muss sich auch auf die Physiologie und Histologie des Blutes, ferner auf die Veränderungen desselben während seines Umlaufes in den Lungen, und anderen Organen erstrecken. Somit könnte eigentlich hierorts bereits die Physiologie des gesammten Stoffwechsels und zwar das Blut, die Blutcirculation, die Function der sogen. Blutdrüsen, die Lungen und Hautathmung und die Harnausscheidung abgehandelt werden. Es erscheint jedoch zweckmässiger, letztere drei gesondert zu betrachten, und unter obiger Aufschrift blos die erstere zu verstehen.

Structur des Herzens. Allgemeines Schema der Blutcirculation.

Die Betrachtung des functionirenden Herzens lehrt: dass es sich bald contrahirt und das Blut aus sich durch bestimmte Gefässe durchtreibt, dann aber sich wieder erweitert und dadurch aus anderen bestimmten Gefässen dasselbe in sich aufnimmt. Es muss demnach das Herz über eine — dem Druck- und Saugapparate — ähnliche Construction verfügen; da wenn es nur ein einfacher Sack (Kautschukballon), dessen Enden in Röhren auslaufen, wäre, bei jeder Contraction die darin befindliche Flüssigkeit aus beiden Röhren (Gefässen) ausgepresst, bei der Erweiterung durch [illegible]

Enden zugleich angesaugt werden müsste. Die Construction des Herzens entspricht jedoch der bezeichneten Function.

Am Herzen der höheren Thiere unterscheiden wir eine Längs- und Querscheidewand (Septum cordis). Die Längswand theilt das Herz in einen rechten und linken Abschnitt; durch die Querscheidewand zerfällt der obere Theil des Herzens gleichfalls in zwei Theile, von denen die kleineren oberen als Vorhöfe, Vorkammern (Fig. 87 *Atd*, *Ad* und *As*) (Atria cordis); die unteren grösseren als Herzkammern, Herzventrikeln (Ventriculi cordis) [*Vd*, *Vs*] bezeichnet werden. Es wird das Herz somit durch die beiden Scheidewände in vier Abtheilungen zerlegt, und zwar in den rechten und linken Vorhof (Atrium dextrum et sinistrum) und in den rechten und linken Ventrikel (Ventriculus dexter et sinister).

Unter den niedriger gestellten Thieren besitzt der Frosch in der Scheidewand der Vorhöfe ein kreisrundes Loch, wodurch arterielles und venöses Blut im Herzen gemischt wird. Ferner gibt es noch tiefer stehende Thiere (z. B. Käfer), bei denen es kein mehrkämmeriges Herz, dafür aber Rückengefässe gibt (lange pulsirende schlauchartige Röhren; s. vergleichende Angaben).

Bei den höher organisirten Thieren, so beim Menschen, den Säugethieren und den Vögeln communiciren die Vorhöfe mit den Kammern; doch diese letzteren nicht untereinander. Die Oeffnungen, welche aus dem Vorhofe in die Kammer führen und die als venöse Ostien bezeichnet werden, schliessen kleine, membranöse Läppchen, die sogen. Klappen (Segelventile) (Valvulae) ab; welche von einem die Oeffnung umgreifenden knorpeligen Ringe entspringen und im rechten Herzen mit drei (dreizipfelige Klappe = Valvula tricuspidalis), im linken mit zwei (zweizipfelige Klappe = Valvula bicuspidalis) Zipfeln endigen. Diese Klappen stehen mit Sehnensträngen (Chordae tendineae) und Muskelbündeln in Verbindung, welch letztere aus der Herzwand entstammend sich in die gegen das Lumen der Kammer vortretenden sogen. Pappillar-Muskeln fortsetzen; in den Vorhöfen hingegen in den sogen. Kammmuskeln (Musculi pectinati) endigen.

Die genannten Sehnenstränge gestatten den Klappensegeln eine Aufwärtsbewegung nur bis zu dem Grade, als sie horizontal gestellt werden; um die Mündung zum Vorhofe eben noch abzuschliessen. Eine Nachgiebigkeit derselben nach aufwärts müsste bei den Contractionen des Ventrikels Blut aus der Kammer in den Vorhof zurücktreiben, was natürlich von Schaden wäre. Soll nun Blut aus der Vorkammer zum Ventrikel gehen, so treten die Klappen aus der horizontalen Stellung hinaus und nach abwärts, und gestatten den Eintritt des Blutes in die Kammer. Verdichtung, Verkalkung oder Verkürzung dieser Klappen bringen Herzfehler und in deren Gefolge Circulationsstörungen zuwege, deren Resultat Oedem und Tod ist.

Aus dem Herzen führen Blutgefässe heraus und ebenso münden solche in dasselbe hinein. Aus dem linken Ventrikel geht die Aorta (Fig. 87 *A*) (Haupt- oder aufsteigende Schlagader), welche beim Menschen (I, II, *A*) gerade nach aufwärts strebend einen Bogen bildet, dann nach abwärts, entlang der Wirbelsäule (als absteigende Aorta (*Al*) verläuft; bei den meisten Thieren sich jedoch bereits beim Ursprunge in zwei Aeste theilt (und zwar in die Kopf- oder Vorderaorta III und IV *A a*) und in eine hintere Aorta (*Ab*); erstere leitet das Blut zum Kopfe und dessen Theilen, letztere versorgt den Stamm und die hinteren Körpertheile mit arteriellem Blute.

Aus dem rechten Ventrikel entspringt die Lungenschlagader (Arteria pulmonalis, *P*), welche sowohl beim Menschen als auch bei Thieren sich in zwei Theile abzweigt und dann sich fortwährend verästelnd in der rechten und linken Lunge endet. Trotzdem dieses Gefäss aus dem Herzen dunkelrothes, nicht oxydirtes Blut fortleitet wird es dennoch den Arterien beigezählt.

Im linken Vorhofe finden wir zahlreiche Oeffnungen, durch welche die Lungenvenen (Venae pulmonales, *p, ps*) einmünden. Sie führen arterielles, oxydirtes hellrothes Blut zu dem Herzen*).

Im rechten Vorhofe finden wir zwei Oeffnungen; durch eine derselben ergiesst die sogen. hintere (beim Menschen untere, oder aufsteigende) Hohlvene (Vena cava posterior, inferior v. ascendens, Fig. 88 *Vca*) aus den rückwärtigen Theilen des Körpers gesammeltes venöses, dunkelrothes Blut; durch die andere, aber die vordere (beim Menschen obere, oder absteigende) Hohlvene (Vena cava anterior, superior, seu descendens, *Vcd*) strömt aus den oberen Parthieen gesammeltes ebensolches Blut ein.

Die grossen aus dem Herzen ausgehenden Gefässe, die Aorta und die Lungenschlagader besitzen gleichfalls, als taschen- oder halbmondförmige bezeichnete Klappen; sie ähneln ihrer Form nach kleinen Taschen, welche sich mit Blute füllend zusammenschlagen, und so die Oeffnung verlegen, wodurch das Blut zum Herzen nicht zurückgelangen kann. Bei der Contraction der Herzventrikel legen sich diese Klappen flach an die Wandungen an und das Blut kann nun leicht aus der Kammer in's grosse Gefäss dringen; bei Erschlaffung des Herzens werden die Klappen neuerdings mit Blut gefüllt, schlagen zusammen und sperren den Blutstrom vom Herzen ab. Auch diese Klappen können verkürzt, verkalkt werden, worauf Klappeninsufficienz eintritt, welche

*) Als Arterien werden alle Gefässe bezeichnet, welche Blut vom Herzen weg leiten, wenn sie auch kein arterielles Blut, wie z. B. die Lungenarterie, enthalten; unter Venen verstehen wir dann jene Gefässe, welche — wenn auch nicht venöses Blut zum Herzen führen; sowie z. B. die Lungenvenen, welche in den Lungen oxydirtes, nährendes Blut dem linken Vorhof zuführen.

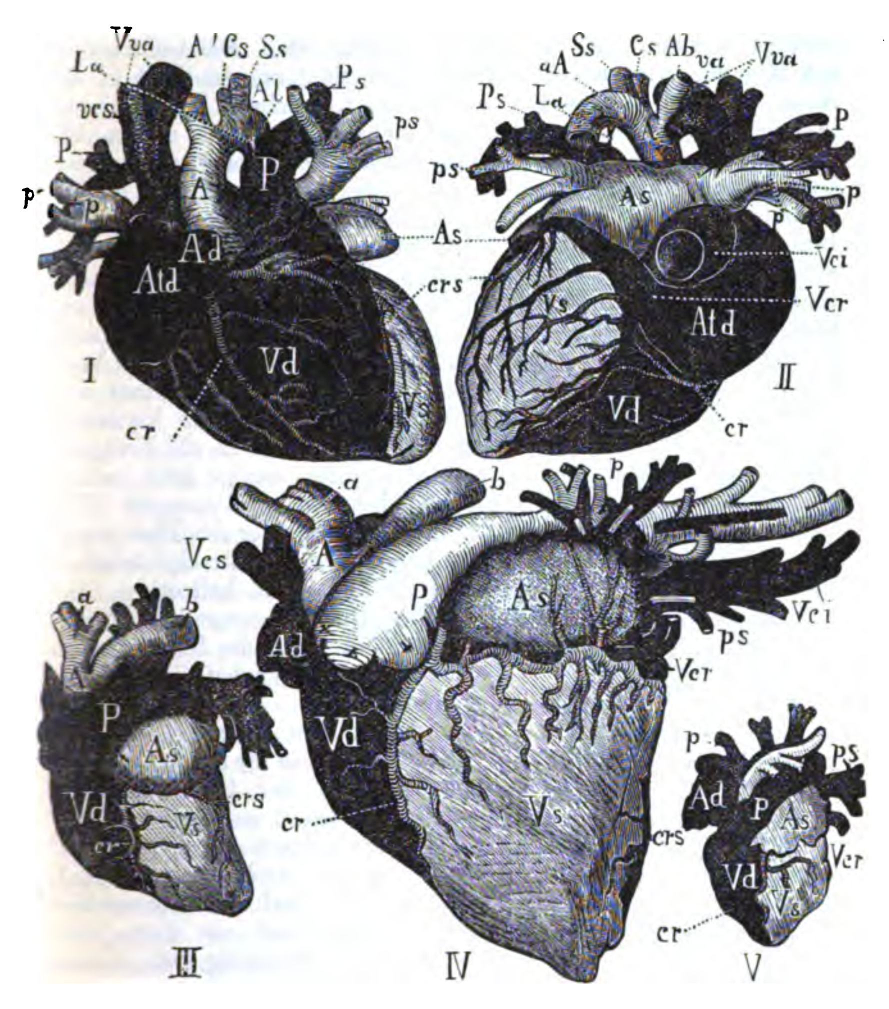


Fig. 87. Herzen von Menschen und Thieren sammt den Gefässen. I = Herz des Menschen von vorne, normale Lage; II = dasselbe, hintere Ansicht; III = vom Schafe, IV = vom Pferde; V = vom Hunde. *Ad* = Auricula dextra; *Atd, Ad* = Atrium dextrum; *Vd* = Ventriculus dexter; *Vs* = Ventriculus sinister; *A* = Aorta; *P* = Arteria pulmonalis; *Vva* = Vena anonyma brachiocephalica; *A'* = Arteria anonyma brachiocephalica; *Cs* = Carotis sinistra; *Ss* = Arteria subclavia sinistra; *A* = Aorta descendens; *P* = Arteria pulmonalis dextra; *Ps* = Art. pulmon. sinistra; *La* = Ligament. aorticum; *p* = Vena pulmonalis dextra; *ps* = Vena pulmon. sinistra; *cr* = Ateria coronaria dextra; *crs* = Art. coron. sinistra; *Vcr* = Vena coronaria. Bei III u. IV: *A* = Aortenwurzel; *a* = Kopf; *b* = Rückenast der Aorta. I u. II theilweise nach Henle; III, IV u. V nach Präparaten von Dr. Nádaskay, Prosector an unserem Institute.

sowohl beim Menschen als auch Thieren zu grossen Störungen im Kreislaufe führt.

Bevor wir jedoch auf die histologischen Details der angeführten Organe übergehen, möge das Schema der Blutcirculation

erörtert werden. (S. das Schema in Fig. 88.) Bei Contraction des Herzens wird aus dem linken Ventrikel (*d*) das Blut in die Aorta (*Ah* = Bauchaorta) geschleudert, welche sich bei Thieren in einen vordern oder obern, und einen hintern oder untern Ast abtheilt; und geht von da aus durch alle Organe, bis dieses Gefäss zu feinsten Zweigen und diese zu Capillaren umgewandelt ist. Die letzteren übergehen nun in sogen. venöse Blutgefässe, welche wieder sich theils in der vordern oder absteigenden (Vena cava anterior, v. descendens, s. superior) theils in der untern oder aufsteigenden (Vena cava posterior, seu ascendens, s. inferior) sammeln und das, aus dem ganzen Körper unverbrauchte Blut führend, in den rechten Vorhof (*a*) einmünden. Durch Contraction des Vorhofes strömt nun dieses Blut aus dem rechten Vorhofe in den rechten Ventrikel (*c*) von da aber durch Contraction des letzteren in die Lungenarterie (*P*), welche nunmehr das unoxydirte, dunkle Blut behufs Oxydation in die Lungen (*Tü*) führt. Sobald hier das Blut durch Hinzukommen der atmosphärischen Luft in oxydirtes, hellrothes, nährendes Blut umgewandelt wurde, gelangt es durch die Lungenvenen in den linken Vorhof (*b*) und infolge dessen Zusammenziehung in den linken Ventrikel (*d*) um daraus wieder in die Aorta (*Af*, *Ah*), und mittelst der Herzcontraction weiter befördert zu werden.

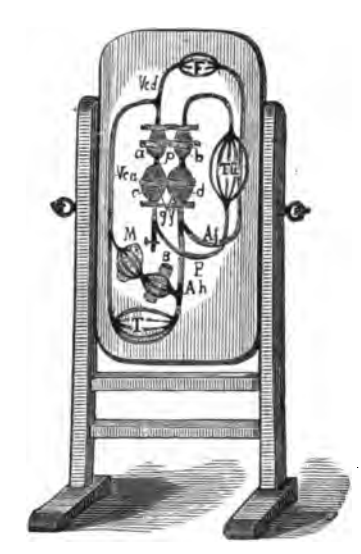


Fig. 88. Aus Glas gefertigtes Blutkreislauf-Schema des Verfassers, in welchem blaue Lakmus-Tinktur durch 4, mittelst einer eigenen Construction rhythmisch comprimirbaren Kautschukballons (*a*, *b*, *c*, *d*) strömt. Die Lakmus-Tinctur wird im Lungenkreislauf (*Tü*) roth gefärbt; im Kopf- und Körperkreislaufe (*F* u. *T*) hingegen wieder blau, welcher Vorgang sich öfters wiederholt*).

Die Contraction der Ventrikel und Vorhöfe erfolgt abwechselnd, rhytmisch. Nach der Contraction der Vorhöfe und ehe deren Erschlaffung vollständig ist, ziehen sich bereits die Ventrikel zusammen bis sie nach einer gewissen Dauer der Contraction gleichfalls erschlaffen. Darauf entsteht nun eine kleine Pause (Herzpause), dann gehen die Contractionen der Atrien von Neuem an. Sobald sich die Vorhöfe contrahiren, gelangt das Blut in die Ventrikel aus dem-

*) Diess wird erreicht, indem während des Ganges der Maschinerie mittelst Quetschhahns in die Lungencapillaren (Tü) einige Tropfen Schwefelsäure; in die Körper- und Kopfcapillaren (T u. F) einige Tropfen Kalilauge einfliessen gelassen werden.

selben; bei der Erweiterung der Vorhöfe stürzt in den rechten durch die Hohlvenen das nicht oxydirte, dunkelrothe, und in den linken durch die Lungenvenen das oxydirte, hellrothe, nährende Blut. Bei Contraction der Herzkammern gelangt das Blut aus der rechten Kammer in die Lungenschlagader, und wird aus der linken Kammer in die Aorta getrieben; sobald sich jedoch die Ventrikel ausdehnen, strömt das Blut aus jedem der Vorhöfe in dieselben hinein. Wir nennen den Weg des Blutes, welcher im linken Ventrikel bei der Aorta anbeginnt und bei der Einmündung der Hohlvenen im rechten Vorhofe (Atrium dextr.) endigt: den grossen oder Körper-Kreislauf; jenen Weg aus der rechten Herzkammer, den Lungenarterien und durch die Lungenvenen im linken Vorhofe endigend: den kleinen oder Lungen-Kreislauf. Am grossen oder Körperkreislaufe ist noch ein zweiter Abschnitt, der Pfortaderkreislauf zu unterscheiden; welcher das Blut aus der Milz, dem Darme (*B*), und dem Mesenterium sammelnd es durch die Pfortader (Vena portae s. portarum) zur Leber (*M*) führt, die nun nach Art der Arterien sich baumförmig verzweigt, zu Capillaren wird, aus denen sich dann theils die Lebervene zusammensetzt, welche in die hintere oder aufsteigende Hohlvene (*Vc. a*) einmündet und ihr Blut in das rechte Atrium (*a*) abgibt. Man kann demnach in gewissem Sinne von einem dritten Kreislaufe: dem Pfortader- oder chylopoëtischen Kreislaufsystem sprechen.

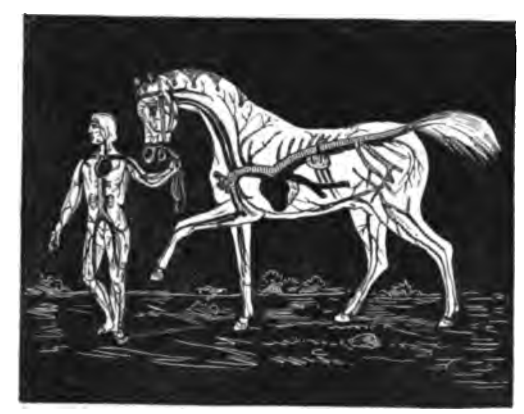


Fig. 89. Verästelung der gröberen Gefässe im Menschen und Pferde. (Die Contouren des Pferdes nach einer grössern Zeichnung von Tormay.) Die dunkel gehaltenen Stellen der Gefässe und Herzen bedeuten das venöse, die gestrichelten das arterielle Blutgefässsystem.

Die vorstehende Figur 89 zeigt das Kreislaufsystem des Menschen und Pferdes.

Structur des Herzens und der grossen Gefässe in anatomischer und histologischer Hinsicht.

Das Herz ist im Herzbeutel (Pericardium) gelagert, in dessen seröser Flüssigkeit es an die grossen Gefässe geheftet hängt. Das Pericardium besteht aus einer serösen, einer bindegewebigen, mit elastischen Fasern versehenen Haut, welche sowohl von innen

als aussen mit Endothelzellen, bei einigen Thieren, z. B. dem Frosche, mit Flimmerzellen ausgekleidet ist. Der das Herz bekleidende Theil des Herzbeutels — das viscerale Blatt — ist ebenfalls aus Bindegewebe und elastischen Fasern zusammengesetzt, auf welchem ebenfalls Endothelzellen auflagern. Zwischen beiden Blättern des Herzbeutels befindet sich die, mit Serum gefüllte pericardiale Höhle. Im Pericardium — sowohl dem äussern, als auch dem das Herz bekleidenden Blatte — stossen wir auf zahlreiche Lymphgefässnetze. Jedoch sind die in den pericardialen Raum sich öffnenden Lymphstomata weder mit den Lymphgefässnetzen des einen, noch des andern Blattes vom Pericardium in Verbindung (Bizzozero, Salvioli). Im visceralen Blatte verzweigen sich sensible Nerven (Luschka).

Die Hauptsubstanz des Herzens besteht aus, durch Bindegewebe zusammengefügten Muskelfaserbündeln, welche, obschon quergestreift, doch von den willkührlichen, oder Skelettmuskeln ganz verschiedenartig sind. Die Muskelbündel verzweigen sich gleich denjenigen der Zunge; doch sind sie ihrem Aufbaue nach, wie die glatten Muskelfasern, aus Zellen zusammengesetzt (Fig. 90), welche in Bezug auf Grösse und Breite einer Muskelfaser gleichkommen. Die Zellcontouren (a) können durch Höllenstein, oder andere Reagentien leicht kenntlich gemacht werden. Die Faserung der Herzmuskulatur ersieht man am besten nach der Methode Ludwig's, wenn das Herz in Kochsalzlösung gekocht und längere Zeit hindurch in Alkohol conservirt wird; worauf man die Muskelbündel schichtenweise abpräpariren kann. Sowohl embryologische Studien, als Isolirungen der, nach obiger Methode behandelten Herzmuskulatur, lassen deren Structur folgenderweise erscheinen:

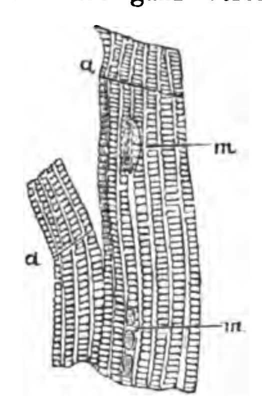


Fig. 90. Theil der Herzmuskulatur nach Ranvier. a a = Scheidewände zwischen den Zellen der Herzmuskelfasern; m m = Kerne.

Die Muskulatur der Vorhöfe ist von der des Ventrikels durch die faserknorpeligen Ringe (die Annuli fibrocartilaginei) abgeschieden. Die Muskelfaserbündel der Atrien sind dabei schmächtiger, als die der Ventrikel und verlaufen in zwei Schichten, und zwar einer doppelten Längs- und einer Ringsmuskelschichte. Von ersteren bildet die eine die innere, die andere die äussere Schichte; die Ringsfaserelemente umkreisen beide Vorhöfe gemeinsam.

In der Scheidewand der Vorhöfe überwiegen die Ringsmuskelfasern. An der Einmündungsstelle der Venen in die Atrien kann man Ringsfaserschichten quergestreifter Elemente, welche

sich nach aufwärts auf das Gefäss erstrecken, unterscheiden; so in der Vena cava superior des Menschen bis auf 25 Centimeter (Elischer). Dessgleichen ziehen Längs- und Ringsfaserschichten quergestreifter Muskeln von der Einmündungsstelle der Lungenvenen in den linken Vorhof bis zu den Lungen, bei Affen und der Ratte sogar bis in das Lungengewebe hinein; und soll nach Stieda die Wand der kleinen Venen der Lunge fast ausschliesslich aus quergestreiften Muskelelementen bestehen. In der grossen Kranzvene [Vena (coronaria) magna cordis], dessgleichen in deren Klappe (Valvula Thebesii) finden sich ebenfalls und zwar ringförmig angeordnete Muskelfasern.

Die Muskeln der Herzventrikel sind mehrschichtig. Unmittelbar unter dem Pericardium verläuft eine Längsfaserschichte, am rechten Ventrikel einzelne Bündel bildend, und macht etwa $^1/_8$ der Wand des linken Ventrikels aus. An der Innenfläche des Ventrikels befinden sich gleichfalls längsverlaufende Muskelbündel, welche sich an der Bildung der Papillarmuskeln betheiligen. Zwischen diesen Längsschichten liegen nun die bandartigen Bündel querlaufender Muskeln, ohne jedoch streng gesondert zu sein, da schräg verlaufende Fasern einzelne Verbindungen zwischen den Quer- und Längsfasern herstellen. Nach Landois gehen die Längsfasern überhaupt nicht in Querfasern über. An der Spitze des linken Ventrikels stellen die äusseren Längsfasern einen Wirbel dar, und können bis in die Papillarmuskeln verfolgt werden; an deren Bildung betheiligen sich übrigens auch selbständige Ventrikel-Muskelbündel. Man glaubte früher, dass die Muskelbündel von den oben erwähnten Ringknorpeln (an der Vorhof-Ventrikelmündung), oder aber an den Arterienwurzeln entspringen; doch wies Henle das Irrige dieser Ansicht nach, wie er auch darauf aufmerksam machte, dass um die arterielle Mündung des linken Ventrikels eine sphincterähnlich angeordnete Ringmuskellage befindlich ist.

Die Herzfunction erfolgt unabhängig vom Willen, und nähert sich das Herz in dieser Beziehung den glatten Muskelfasern. Nervenendigungen sind ebenfalls im Herzen beschrieben worden, obschon deren Vorkommen mit Sicherheit nicht festgestellt ist; und wird von Einigen die Endigung in Nervenendplatten angenommen.

Leo Gerlach beschreibt Nervenendigungen im Herzen, welche den von seinem Vater für die quergestreiften Muskeln beschriebenen gleichkommen; und zwar soll der Nerv ein intravaginales Netzwerk beim Eintritte in den Muskel bilden, und die daraus entspringenden Fasern mit der isotropen Muskelsubstanz (eigentlich mit der zwischen den Muskelfibrillen eingelagerten Körnchenreihe) im Zusammenhange stehen.

Die feinsten Zweige der Herzmuskulatur erstrecken sich bis

zur Intima des Herzens (Endocardium), sich sogar bis in die Klappen fortsetzend. Letztere sind aus faserigem Gewebe, mit elastischen Fasern untermengt, gebildet. Die Zipfelklappen sollen nach Reid und Gegenbaur auch quergestreifte Elemente enthalten. Niedrig organisirte Thiere besitzen an der Einmündungsstelle der Hohlvene ebenfalls eine Klappe, welche bei Vögeln und einigen Säugern rudimentär erhalten ist. Von den sogen. Purkinjeschen Fäden (unter dem Endocardium belegene Muskelelemente), welche früher als feinste Sehnenstränge betrachtet wurden, hat Ranvier nachgewiesen, dass sie durch Theilung entstandene feinste Muskelzweige des Herzens sind, an welchen man die Querstreifung ebenfalls nachweisen kann. Sie fehlen beim Menschen und den niedrigen Wirbelthieren, sind hingegen bei den Vögeln und Säugethieren (Reh, Ziege) gut ausgebildet. Nach Frey sind diese Gebilde auch Muskelsubstanz, und zwar eine auf embryonaler Bildungsstufe verharrende Endocardium-Muskelmasse. Im Herzen, eigentlich in der Substanz desselben finden sich ferner Blut- und Lymphgefässe, Nerven und Ganglienzellen. Die Blutgefässe liegen in den Muskelbündeln, während die Lymphgefässe in den Spalträumen zwischen den Muskelbündeln verlaufen. Beide setzen sich bis in die Klappen fort. Die Nerven sind theils Hirn-, theils sympathische, mit dem Herznervencentrum in Verbindung stehende (obschon diess histologisch noch nicht erwiesen ist) Nervenfasern; in den unteren Dritteln der Herzventrikel finden sich jedoch sehr wenig Nervenfasern, und absolut keine Ganglien. Nach den Untersuchungen von Klug hängt der einzige Nerv des Froschherzens (Vagus) mit den Ganglienzellen desselben nicht zusammen, zu welchem Resultate Klug sowohl auf Grund histologischer, als nach Durchschneidung der Nerven eintretenden Degenerations-Untersuchungen gelangt ist. Nach innen wird das Herz von der Innenhaut — dem Endocardium — ausgekleidet, welche sich vom Herzen aus in die Gefässe fortsetzt, und aus einer innern, fein bindegewebigen und elastischen Faserschichte besteht, in welche zerstreut glatte Muskelfasern eingelagert sind. Im faserigen Gewebe der Vorhöfe finden sich gefensterte Membranen. Bedeckt ist das Endocardium mit flachen, polygonalen Endothelzellen, welche Endothelschichte sich gleichfalls in die grossen Gefässe erstreckt. Die Klappen werden von Duplicaturen der eben geschilderten Innenhaut des Herzens gebildet.

An Blutgefässen unterscheiden wir: Arterien, welche das Blut aus dem Herzen, und Venen, welche dasselbe zum Herzen zurückleiten; zwischen beiden ist ein mikroskopisch feines Gebiet von Capillaren eingeschaltet, die langgestreckte, 0·5—0·75 Mm. dicke Röhrchen darstellen und mit den feinsten Endästchen der Arterie (Uebergangsgefässe) verbunden sind. Diese Capillaren

sammeln sich zu kleinen Venen, welche dann in die grösseren Venenstämme übergehen.

An den Arterien unterscheiden wir drei Häute (Fig. 91), und zwar: die Innenhaut, aus zwei Schichten, und zwar der innern, flachen (mit Höllenstein leicht darstellbaren) Endothelzellschichte bestehend. Auf diese folgt in den grösseren Gefässen nach aussen eine starke, mehrschichtige elastische Membran (Tu-

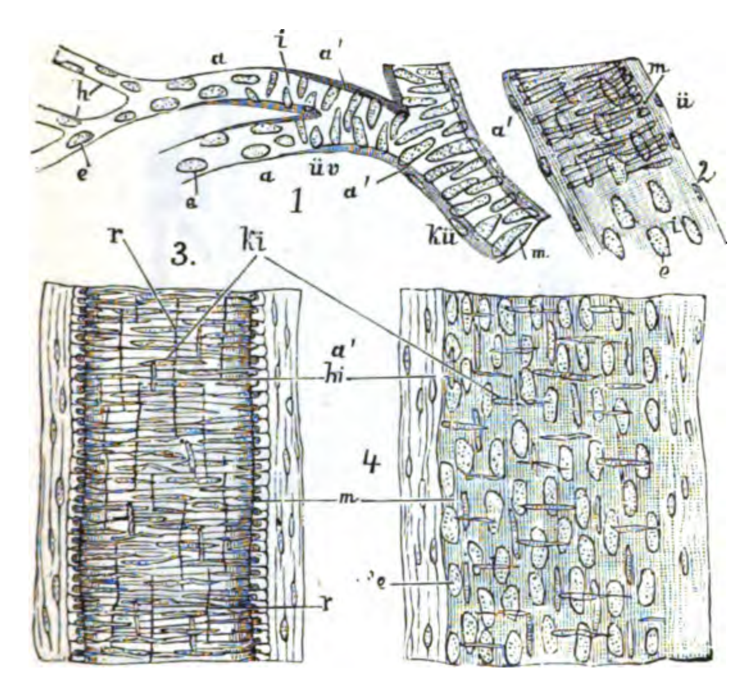


Fig. 91. Mikroskopische grosse und kleine Blutgefässe, Vergr. 350. 1, 2 = aus der Pia mater vom Hunde; 3 = Arterie; 4 = Vene aus dem Mesenterium des Frosches mit diluirter Essigsäure (1:4) behandelt; nach der Natur gezeichnet. *a* = Uebergangsgefäss; *a'* = Tunica adventitia; *m* = Tunica media muscularis; *hi* = Längsmuskelfasern: *kü* = kleine Arterie; *ü* = mikroskopische Arterie mittlerer Grösse; 3. 4. = grössere mikroskopische Arterie und Vene; *ki* = äussere Muskelelemente; *e* = Endothelkerne; *r* = elastische Lamellen der Tunica intima. 2. *i* = Tunica intima.

nica intima, seu elastica (2. *i*), zwischen deren Lagen mit grösseren oder kleineren Oeffnungen versehene Membranen (gefensterte Membranen Henle's, Membrana fenestrata) eingewebt sind.

Die zweite Gefässhaut ist die mittlere, oder Muskelschichte [Tunica media, seu muscularis (*m*)]. In derselben sind die elastischen Lamellen (3. *r*) mittelst Kittsubstanz verbunden. Zwischen den Lamellen und dem Bindegewebe dieser Schichte befindet sich eine doppelte Lage glatter Muskelfasern.

Die eine derselben ist längs verlaufend (3. u. 4. *h i*), die andere ringförmig (*k i*) angeordnet; letztere findet sich in den Arterien, erstere in den Venen überwiegend.

Die dritte, als **äussere Haut** oder **Adventitia** [**Tunica externa, seu adventitia** (*a'*)] bezeichnet, besteht aus faserigem Bindegewebe, welches an den grösseren Gefässen in Schleim- oder reticuläres Bindegewebe übergeht; an den Venen wird zumeist ein Theil dieses Bindegewebes, in Fettgewebe umgewandelt, angetroffen.

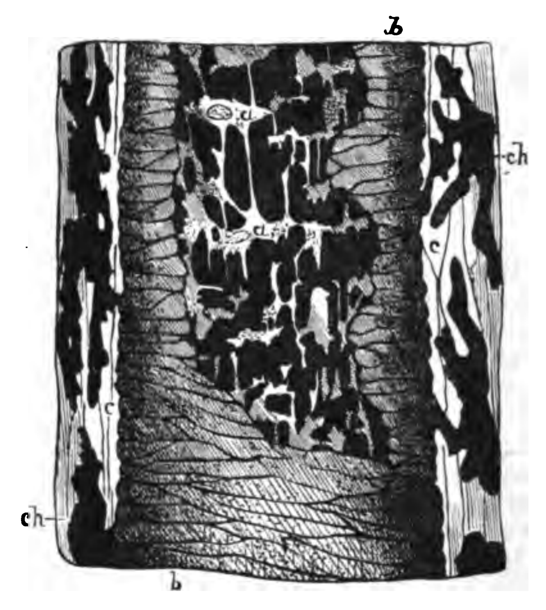


Fig. 92. Mikroskopische grössere Arterie aus der Lunge vom Laubfrosche; mit Höllenstein imprägnirt, ein Theil der äussern Muskelschichte abpräparirt. *a* = Saftkanälchen; *b* = Ringmuskelschichte; *c* = Adventitia; *ch* = Chromatophoren der Adventitia.

Den **Venen** kommen dessgleichen drei Häute, wie den Arterien zu; nur mit dem Unterschiede, dass deren einzelne Gebilde verschiedene Anordnung aufweisen, oder in grösserm, oder geringerm Maassstabe entwickelt vorkommen. So enthält die **Media** ebenfalls elastische Lamellen und Fasern, entbehrt hingegen der glatten Muskelfasern gänzlich; diese sind meist an der äussern Grenze der Media (*m*) zur Adventitia (*a'*) angeordnet, und hier auch die längsverlaufenden glatten Muskelfasern — im Gegensatz zu denen der Arterien — stärker und mächtiger entwickelt, als die Ringmuskulatur; überdiess enthält die Adventitia der grösseren Venen — wie erwähnt — Fettzellen. Die grossen Gefässe besitzen ausserdem

noch ihre eigenen, der Ernährung ihrer Wandungen vorstehenden Gefässe (Vasa vasorum). Letztere dringen in die Adventitia, verästeln sich hier, an der äussern Grenze der Media Capillarnetze bildend, können jedoch blos bis an die elastischen Lamellen verfolgt werden. Hiebei stösst nun die Frage auf, in welcher Weise die Ernährung der Media und Intima durch Blut erfolge, da diese keine Gefässe besitzen. Langhans, Thanhoffer, Ranvier und Stroganow's Versuche haben nunmehr die zur Ernährung dienenden Wege aufgedeckt. Langhans, Thanhoffer und Ranvier gelang der Nachweis von Safträumen in den elastischen Membranen; ausserdem injicirte Thanhoffer die Lumina grosser Gefässe unter stärkerem Drucke mit gelatinöser Höllensteinlösung, liess diese durch 4—6 Stunden stehen und machte dann Flächenschnitte; worauf er constatiren konnte, dass der Höllenstein durch das Lumen bis zur Tunica muscularis vordrang, und nicht nur in der elastischen Membran, sondern auch zwischen beiden Muskelschichten (Fig. 92 b) sternförmige Saftkanälchen (*a*) hervortreten liess, welche ein wirkliches Kanalsystem darstellen und mit Lymphgefässen in Verbindung stehen. Es wurde dadurch der Beweis erbracht, dass die Gefässe nicht blos durch die Vasa vasorum, sondern unmittelbar, auch von dem im Lumen befindlichen Blute ernährt werden. Neuerer Zeit stellte Stroganow (ohne Kenntnissnahme der Arbeit des Verfassers) diese Wege ebenfalls durch Injection der Aorta vermittelst Berlinerblau her.

Mit Ganglienzellen verbundene Nerven treten ebenfalls zu den Gefässen, durchdringen die Adventitia, und vertheilen sich in feinste Aestchen; die Endigungsweise dieser Nerven ist bisher nicht mit Sicherheit ermittelt. Nach Arnold stehen die sich theilenden und Netze bildenden Nervenaxencylinder mit den Kernkörperchen der Muskelzellen in Verbindung (über „Histologie der Capillaren“ s. im allg. Theile).

Vergleichende Angaben.

Blutcirculation der Wirbelthiere. Das Herz des Menschen und der Säugethiere besitzt vier abgesonderte Hohlräume, nämlich die zwei Vorhöfe und die beiden Ventrikel. Die aus dem linken Ventrikel entspringende Aorta macht beim Menschen und den Säugern zumeist einen Bogen (Arcus aortae) (Fig. 93 *A*, 1—5); doch zeigt sie in Bezug auf die abzweigenden Gefässe mannigfache Verschiedenheiten.

So entspringt beim Menschen (4) aus dem gemeinsamen Aortenstamme (Truncus communis) die rechte Unterschlüsselbein-Arterie (Art. subclavia dextra) und die rechte Kopfschlagader (Art. carotis dextra) (erster Ast); aus dem zweiten Aste die linke Carotis (Art. carotis sinistra), und aus dem dritten die linke Unterschlüsselbeinarterie (Art. subclavia sinistra). Dasselbe findet sich bei einigen Affen, dem Seehunde, Stachelschweine und einigen Nagern (ausnahmsweise auch beim Biber). Bei den Wiederkäuern und Einhufern (1) entstammen die beiden Carotiden und beide Art. subclaviae einem gemeinsamen Truncus; bei einigen Affen, der

Mehrzahl der Nager, den Beutelthieren, Carnivoren, Schweinen u. s. f. (2) kommen aus einem Stamme beide Carotiden und die rechte Art. subclavia, während sich von einem andern Stamme die Art. subclavia sinistra abzweigt. Bei den Chiropteren und dem Delphinus phocae (3) entspringen aus zwei gemeinsamen Stämmen die Art. subclaviae und die Carotiden. Bei dem Seehunde, dem Narwal, dem Delphin, dem Biber und der Fischotter (5) entstammt dem ersten Aste: die rechte Art. subclavia, einem zweiten gemeinsamen Truncus: beide Carotiden, und aus dem dritten Aste die linke Art. subclavia.

Aehnliche Varietäten finden sich bei einzelnen Säugethieren nicht nur bezüglich der aus der Aorta entstammenden Abzweigungen, sondern auch der übrigen Gefässe. [Vergl. dieselbe Figur bei *B* (Esel) und *C* (Schaf) mit der Darstellung des Herzens und der Aortaäste (*a*, *b*).]

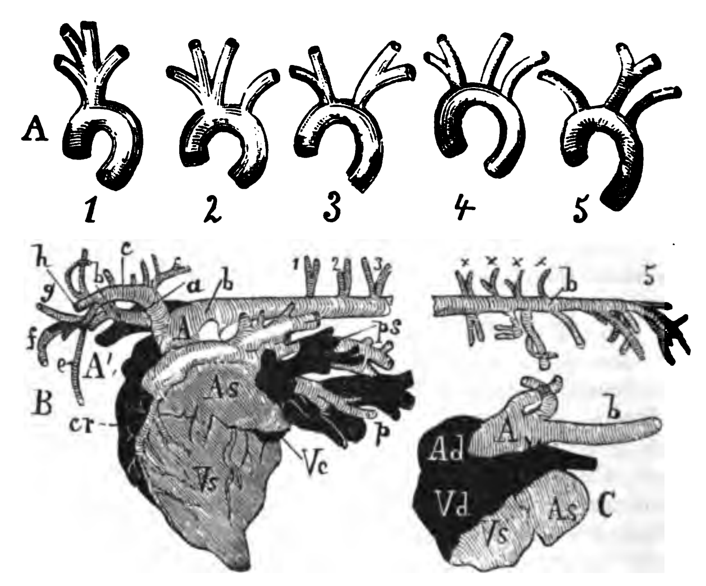


Fig. 93. *A* = Aorta verschiedener Thiere mit den daraus entspringenden Gefässästen, nach Nuhn. 1 = Wiederkäuer und Einhufer; 2 = Affen, Carnivoren, Beutelthiere, Schwein u. s. w.; 3 = Chiropteren; 4 = Mensch, manche Affen, Seehund, Monodon monoceros (Narwal); 5 = nicht constant Seehund, Narwal, Delphin, Biber, Fischotter; *B* = Herz vom Esel mit abzweigenden Gefässen; *C* = Herz vom Schafe mit Gefässen (nach Präparaten von Dr. Nádaskay); *a* = Kopfaorta; *b* = hintere oder Bauchaorta.

Die Perennibranchiaten und Batrachier besitzen zwei Vorkammern, mit durchlöcherter Scheidewand, hingegen blos einen gemeinsamen Ventrikel. Ein Ast des daraus entspringenden Stammes führt das Blut zu den Lungen, ein zweiter in den Körper; infolge dieser anatomischen Anordnung ist das Körperblut dieser Thiere kein rein arterielles, sondern ein mit venösem gemischtes. Ausserdem besitzt der Frosch an der Aorta einen pulsirenden Muskelschlauch, den Bulbus arteriosus. Die arterielle Mündung (Ostium arteriosum, zwischen Vorkammer und Ventrikel) hat eine Reihe klappenartiger Gebilde, dasselbe findet sich auch bei einigen Fischen. Die Venen des Körpers münden in einen venösen Sinus, welcher sich in den rechten Vorhof einsetzt, und besitzt das Herz hier ein musculöses Klappenpaar.

Der Truncus arteriosus communis übergeht — zu beiden Seiten die Lungenarterien abgebend — in die Aorta; diese theilt sich in die zwei Carotiden und die beiden Aortabögen, welche an der Wirbelsäule zu einer gemeinsamen, hintern Aorta (Aorta communis, seu posterior) zusammenstossen.

Der aus einem gemeinsamen Knollen (Bulbus) entspringende Theil zerfällt bei den Perennibranchiaten gleichfalls in zwei Lungenäste; doch theilt sich der folgende Ast — verschieden von dem der Batrachier — in 6 bis 8 Aeste, also jederseits in 3—4 Aortabögen, welche an der Wirbelsäule zu einer gemeinschaftlichen Aorta werden. Die Kiemenarterien sind Aeste der Aortabögen, mit welchen sich die Kiemenvenen abermals vereinigen.

Die Reptilien haben doppelte, aus einem Lungen- und Körperherz zusammengesetzte, somit dem des Menschen, der Säuger und der Vögel ähnliche Herzen; doch sind die Scheidewände, besonders die der Ventrikel, durchgängig, communicirend. Das Herz der Eidechsen ist dem der nackten Amphibien am nächsten stehend, wobei die unteren Enden der Ventrikel miteinander communiciren. Aus dem Ventrikel entspringen zwei Arterien: die Arteria pulmonalis und die gemeinsame Aorta; erstere geht aus dem rechten Herzventrikel hervor, während die Aortaöffnung dem Foramen der Scheidewand so nahe gelegen ist, dass sie aus beiden Ventrikelhälften mit Blut versorgt wird. Somit erhält die Lungenarterie venöses, die Aorta gemischtes Blut. Bei den Vögeln und den Amphibien finden sich daneben noch zwei Venae cavae superiores.

Das Herz der Fische ist ein venöses oder Kiemenherz, und besteht aus einer Vorkammer und einem Ventrikel; daneben haben sie einen arteriellen Bulbus (Knollen, Zwiebel). Die doppelathmigen Fische (Dipnoi) besitzen gleich den nackten Amphibien zwei Vorhöfe und einen Ventrikel; doch ist deren Vorhofscheidewand sehr unvollständig. In der Vorhof-Ventrikelmündung (Ostium venosum) sind zwei halbmondförmige Klappen angebracht (Valvulae atrioventriculares). Bei den Rochen sind drei solcher Klappen vorfindlich; beim Stör findet sich eine dreizipfelige Klappe, wie im rechten Herzen des Menschen und der Säugethiere. Am Ostium arteriosum der meisten Fische (Knochenfische, Dipnoi, Cyclostoma) sind ebenfalls zwei halbmondförmige Klappen vorhanden; hingegen besitzt der Stör und die Plagiostomen an dieser Stelle 2—5 halbmondförmige Klappen in 3—4 Reihen angeordnet.

Der aus dem Herzventrikel entspringende Arterienstamm (Truncus branchialis communis) ist eine Kiemenarterie, welche das venöse Blut zu den Kiemen leitet und beiderseitig in so viele Zweige zerfällt, als Kiemen vorhanden sind. Bei den Dipnoi entspringt aber aus den ersten Zweigen auch die Lungenarterie, und übergeht ein Theil derselben — wie der Ductus Botalli — in die Aortawurzel; die vorderen Zweige gehen statt in die Kiemen gleichfalls in die Aortawurzel über, und nur die mittlern Seitenäste werden zu Kiemenarterien.

Die Kiemenarterie bildet anfänglich einen musculösen Bulbus (Bulbus arteriosus), der bei allen Fischen (mit Ausnahme der Cyclostomen) einen musculösen Schlauch darstellt, dessen rhythmische Contractionen den Herzventrikel unterstützen.

Das Fischherz ist ebenso, wie das der höheren Thiere, von einem Pericardium umschlossen, doch communicirt dieses bei den Plagiostomen, dem Stör und den Mixinoiden durch eine Oeffnung mit der Bauchhöhle.

Die Ostia venosa besitzen je eine halbmondförmige Klappe.

Die Ostia arteriosa hingegen zeigen je ein Paar halbmondförmiger Klappen, haben aber keine Klappenreihen.

Die Schildkröten und Krokodile besitzen zwei isolirte Aorten. Die rechte, aus dem linken Ventrikel entstammende Aorta führt arterielles Blut, gibt die Carotis und Subclavia ab, und bildet an der Wirbelsäule mit derjenigen der andern Seite eine gemeinschaftliche (die

Bauch-) Aorta (Aorta abdominalis). Die linke, dem rechten Ventrikel entstammende Aorta führt venöses Blut. Das Herz besitzt drei arterielle Ostien; eines im linken Ventrikel zur rechten Aorta führend; und zwei im rechten Ventrikel, von denen eines zur Lungenarterie, das andere zur linken Aorta geht. Sowohl die Vorhöfe, als deren venöse Oeffnungen werden durch klappenartige Vorrichtungen geschlossen. Die Scheidewand der Ventrikel ist beim Krokodil eine vollkommene; da aber beide Aorten an ihrer Ursprungsstelle durch einen Querast verbunden sind, so kann sich das arterielle und venöse Blut miteinander mengen.

Die venösen Ostien der Vorhöfe bei den Vögeln haben musculöse, klappenartige Vorsprünge. Am Ostium venosum des rechten Herzens sitzen zwei musculöse Klappen; während an demselben des linken Ventrikels eine zwei- bis dreizipfelige Klappe (Valvula mitralis) gefunden wird.

Die arteriellen Ostien können durch drei halbmondförmige Klappen, ähnlich wie bei den Säugern und dem Menschen, geschlossen werden. Bei tauchenden Vögeln ist die Vena cava inferior sehr weit; hingegen communiciren die Vorhöfe bei Alca durch eine weite, ovale Oeffnung (Foramen ovale) miteinander. Diese Anordnung scheint dazu zu dienen, damit in der Athmungspause während des Untertauchens das rechte Herz des Thieres mit Blut nicht überfüllt werde; hingegen soll die zweite Vorrichtung bezwecken, dass wenn der linke Ventrikel beim Untertauchen nicht genügend mit Blut gefüllt wird, solches, wenn auch nicht in oxydirtem Zustande, doch in einer gewissen Quantität durch das Foramen ovale aus dem rechten Vorhofe in den linken gelange.

Bezüglich des Herzens der Säugethiere wäre noch nachzutragen, dass bei denselben an den venösen Ostien keine Klappen, sondern sphincterähnliche Muskelverschlüsse — wie beim Menschen — vorhanden sind. Die Klappen gleichen denen des Menschen. Das Schnabelthier hat jedoch statt der dreizipfeligen Klappe am Ostium venosum ein paar musculöse, halbmondförmige Klappen, wie die Vögel.

Bei den pflanzenfressenden Cetaceen ist das Herz an der Spitze zweigespalten; bei vielen Wiederkäuern (Schaf, Rind, Giraffe, Kameel, Antilope, beim Schweine und den Einhufern) kommen in der Scheidewand, doch auch in der Nähe der venösen Ostien Verknöcherungen vor, die sogen. Herzknochen (Nuhn u. A.), welche übrigens von Franck u. A. als pathologische Gebilde aufgefasst werden.

Das Pericardium ist dem des Menschen gleichbeschaffen, und zumeist mit dem Zwerchfelle verwachsen. Eine Ausnahme des letztern Zustandes zeigen die Carnivoren, Nager und jene Thiere, deren Lunge aus mehreren Lappen besteht.

Blutcirculation der Wirbellosen.

Blutcirculation der Arthropoden.

Mit Ausnahme der Scorpione, welchen ein geschlossenes Gefässsystem zukommt (Newport), kreist der grösste Theil, wenn auch zumeist blos venösen Blutes, bei vielen Thieren jedoch auch ein Theil des arteriellen, in Körper- und Gewebslacunen. — Diese Thiere besitzen ein sogen. Rückengefäss, aus welchem eine bald kürzere, bald längere Arterie entspringt.

Hingegen fehlt den niedrigeren Klassen der Arthropoden, so unter den Crustaceen vielen Parasiten, unter den Arachniden den Tardigraden und Acarinen, ein Gefässsystem gänzlich, und werden die Säfte im Körper lediglich durch die Muskeln des Körpers hin und her bewegt.

Das pulsirende Rückengefäss (Herz) ist in mehrere Ventrikelabtheilungen (Kammern) angeordnet, und sind bei den Käfern 7—9, bei den Myriapoden noch mehr derartige Abtheilungen vorfindlich. Zwischen den einzelnen Kammern befinden sich Oeffnungen, durch welche die aus dem Körper kommenden und dahin gelangenden Säfte hin und her getrieben werden. Diese Oeffnungen besitzen Atrioventricularklappen, während die Ventrikel gleichfalls mit solchen ausgestattet sind (Valv. interventriculares). Bei

den Decapoden (Crustaceen) ist das Herz nicht röhrenförmig, sondern flach polygonal und mit einem dünnwandigen venösen Sinus, dem sogen. Pericardialsinus umgeben, welcher die Rolle des Atriums übernimmt und die lacunären Kiemenvenengänge in sich vereinigt. Das Herz besitzt nur einen Ventrikel mit mehreren Oeffnungen.

Bei den Käfern ist der Saftgang lacunenförmig, mit einem hinten geschlossenen Herzrohre, welches nach vorne in die Lungenarterie übergeht, welche wieder ihren Inhalt in membranlose Gänge ergiesst. Nachdem das Blut mit den Organen und der atmosphärischen Luft (durch die Trachealgänge) in Berührung gekommen ist, gelangt es durch 4 Lacunengänge (von denen einer unter dem Herzrohre, der zweite ober der Abdominalnervenkette und die anderen zwei neben den grossen Trachealgängen seitlich liegen) wieder durch den Pericardialsinus zum Herzen.

Bei den Arachniden ist die selbständige Gefässwand-Entwickelung sehr ungleich. Die Phalangien besitzen blos ein Röhrenherz, aber keine Arterien.

Die Araneen haben längere Arterien, als die Käfer; nach mehrfacher Verzweigung werden solche zu lacunären Gängen. Die lacunären Venengänge leiten das Blut zu den Athmungsorganen und dann zu dem Pericardialsinus.

Bei den Scorpionen treffen wir nicht nur an den arteriellen, sondern auch an den venösen Gefässen eine selbständige Wandung an, und sollen erstere in die letzteren nach der Verzweigung direct übergehen (Newport).

Bei den niedrigen Klassen der Crustaceen (Isopoden, Amphipoden, Päciloроden, Hämodipoden) entspringen dem Röhrenherzen entweder sehr kurze, oder auch keine Arterien. Die höheren Klassen derselben, z. B. die Stomatopoden und noch mehr die Decapoden, haben sehr ausgebildete und weit verzweigte Arterien. Das sechseckige Herz schickt eine Aorta, welche sich in drei Aeste: zwei seitliche und einen mittlern theilt, ab. Der mittlere entsendet Zweige zu den Augen, die beiden seitlichen aber zu den Fühlern (Antenna) und zum Cephalothorax. Ausserdem geht beiderseitig je eine Arterie zur Leber und gibt das Herz rückwärts ausserdem noch einen Gefässstamm, der zum Schwanze, den Mundorganen und den Extremitäten Aeste schickt. Die venösen Gänge sind jedoch lacunär.

Blutcirculation der Würmer.

Bei den niedrigen Klassen der Würmer fehlt jede Andeutung eines Gefässsystems. Würmer, ohne eigenen Verdauungskanal, die im Verdauungstrakte anderer Thiere parasitär vorkommen, saugen den vom Aufenthaltsthiere bereiteten Nahrungssaft durch ihre Körperoberfläche in die Gewebsspalten auf. Die mit Verdauungskanale versehenen Würmer nehmen die Nahrungsstoffe durch denselben auf, letztere gelangen auf endosmotischem Wege in's Parenchym des Körpers. Bei den Trematoden und Planarien ist der Verdauungstrakt baumförmig verzweigt, wodurch der aufgenommene Saft noch besser in's Parenchym zu dringen vermag. [Im Gegensatze zu diesen Angaben beschreibt und zeichnet Blanchard ein sehr ausgebildetes Gefässsystem der Bandwürmer, Planarien und Saugwürmer. Kölliker sah beim Tristomum auch ein pulsirendes Gefässsystem, ein Hauptgefäss und einige Nebenzweige.]

Bei den Nemertinen besteht das Gefässsystem aus drei einfachen, längsverlaufenden Kanälen; bei den Annulaten finden sich ähnlich, wie bei den Nemertinen ineinandergehende, mit Seitenästen verbundene, mehrere Hauptgefässstämme. Der Dorsalstamm ist contractil und fördert das Blut nach vorne; der Ventralstamm, manchmal auch pulsirend, treibt es nach hinten; einzelne Nebenäste pulsiren gleichfalls.

Die Blutegel besitzen vier längsverlaufende, vorne und hinten durch Seitenäste communicirende (ein Dorsal-, ein Ventral- und zwei seitliche)

Stämme. Letztere sind besonders contractil und stellen wahrscheinlich arterielle, die anderen auch pulsirenden zwei hingegen venöse Gänge dar.

Die Mollusken weisen sehr verschiedene Circulationsverhältnisse auf. Bei den niedrigen Klassen wird das Blut in der Körperhöhle hin und her bewegt. Die höheren Klassen zeigen ein so vollkommenes Gefässsystem, dass es füglich mit dem der Säugethiere verglichen werden kann. Ein Herz ist immer vorhanden, auch in den niederen Klassen, selbst wenn die Blutgefässe mangeln; und stellt dieses entweder eine längere contractile Röhre (Tunicaten und Lamellibranchiaten) dar, oder ist von kurzer Gestalt (Cephalophoren und Cephalopoden).

Das Herz besteht bei diesen (mit Ausnahme der Tunicaten) aus Vorhof und Ventrikeltheil. Jener nimmt das Blut aus dem Athmungsorgane auf, dieser vertheilt es im Körper. Der Vorhof ist einfach oder doppelt, manchmal auch vierfach. Die Gasteropoden besitzen einen, die Cephalopoden und Lamellibranchiaten zwei Vorhöfe; bei den Tetrabranchiaten (Nautilus) finden wir deren vier. Die Arca Noae hat zwei Vorhöfe und zwei Ventrikel. Das Herz ist von einem Pericardium umgeben, wird aber bei den Lamellibranchiaten und einigen Gasteropoden (Haliotis) vom Mastdarme durchbohrt. Aus dem Herzventrikel entspringen zwei Aorten.

Bei einigen Gasteropoden erweitert sich die Arterienbahn zu breiten Blutsäcken. Die feineren arteriellen Aeste gehen in Saftkanälchen über. Nach Langer übergehen ferner bei den Cephalopoden und Lamellibranchiaten die Arterien in Capillaren und hängen durch diese mit Venen zusammen, welche dann in grössere Bluträume, und in den durch die Körperhöhle gebildeten grossen Venensinus einmünden. Hier vermengt sich das Blut mit dem, aus dem Verdauungstrakte übernommenen Chylus, und wird zu den Athmungsorganen befördert.

Der venöse Kiemensinus übergeht, vor seinem Eintritte in die Kiemen, in ein venöses Wundernetz, welches in einem Raum liegt, der neben der Sexualöffnung mit einem isolirten, oder mit letzterer vereinten Ausführungsgange, das sogen. Bojanus'sche Organ (Nieren) bildet.

Jede Kiemenschlagader der Cephalopoden hat ausserdem eine contractile pulsirende Ausbuchtung (Kiemenherz). Die aus den Herzen entspringenden Kiemenarterien besitzen Gefässknäuel, welche ihrem Baue nach an die ähnlichen Gebilde der Niere höherer Thiere erinnern, und wahrscheinlich auch gleiche Aufgabe erfüllen. Das mit Luft versehene Blut kommt durch ebensoviele Venen, als Kiemenarterien vorhanden sind, in den Vorhof zurück.

Nur bei den Tunicaten fehlt die Kiemenvene und der Vorhof, so dass das mit Luft gesättigte Blut in die Körperhöhle befördert und von da durch lacunäre Gänge in das offenstehende Röhrenherz geleitet wird, um von dem andern offenen Ende aus in den Körper verschickt zu werden.

Von den Lamellibranchiaten und Gasteropoden sei noch erwähnt, dass deren Blutbahnen mit der Aussenwelt communiciren, um dem Blute Wasser zuzuführen, als auch zu entleeren.

Das Gefässsystem der Echinodermen ist ein geschlossenes und sehr ausgebildetes. Besonders steht diess für die wurmartigen Echinodermen, die Sipunculiden und Holothurien. Bei ersteren verlaufen zwei Längsgefässe, das eine (wahrscheinlich arteriell) am Rücken, das andere (venös) auf der Bauchseite, welche durch Zweige miteinander verbunden sind. Bei den Holothurien hingegen kommen gleichfalls zwei Längsgefässe vor; eines davon, die sogen. Darm-Aorta, steht, wie bei den Sipunculiden, mit einem den Oesophagus umgebenden Gefässringe in Verbindung. In der Mitte des Darmkanales weitet sich diese Darm-Aorta aus und kann für ein pulsirendes Herz angesprochen werden; sie geht in Darmvenen über, welche in den Kiemen sich verzweigen und desshalb Kiemenarterien genannt werden.

Bei den Echiniden ist ebenfalls eine längsverlaufende Arterie und Vene vorhanden, welche durch vorne den Oesophagus, hinten den Mastdarm umgreifende Gefässringe in Verbindung stehen. Der vordere Ring entsendet Aeste in den Körper und communicirt durch ein contractiles Rohr (Herz) mit dem hintern Ringe.

Die Asteroiden haben ein dem eben geschilderten ähnliches Gefässnetz. Der die Mundöffnung umgreifende Gefässring hängt mit demjenigen des Mastdarmes durch ein röhrenförmiges Herz zusammen; aus beiden Ringen treten Gefässe in den Körper.

Wenig gekannt ist die Gefässanordnung bei den Ophiuren und Crinoiden, bei welchen ein röhrenförmiges, einzelne Zweige absendendes Organ als Herz gelten mag.

Bei den Coelenteraten suchen wir vergeblich ein Gefässsystem; es wird durch das verzweigte sogen. Gastrovascular-Organ ersetzt, welches innen mit Flimmerzellen ausgekleidet ist, und in welchem die darin enthaltene Flüssigkeit bei jeder Körpercontraction hin und her bewegt wird.

Die Protozoën besitzen weder Gefässe, noch Verdauungskanal, oder Körperhöhle. Die Nahrungsstoffe werden bei den Rhizopoden und Spongien in's Körperparenchym durch das, im Innern befindliche Protoplasma (Sarcode) aufgenommen, verdaut, und in das Parenchym aufgesaugt. Bei den mit Mund- und Afteröffnung versehenen Infusorien wird die Resorption auch durch die Sarcode ausgeführt.

Gestalt und Rauminhalt der Herzhöhlen.

Der Vorhofsraum des rechten Herzens zeigt eine cubische Form; ebenso der des linken Vorhofes, nur sind die Kanten des letztern etwas abgestumpft und länger. Der Durchschnitt des linken Ventrikels ist eine Ellipse, deren Längsaxe mit der Queraxe des Herzens zusammenfällt; seine Wand dicker, als die des rechten. Die Höhle des rechten Ventrikels weist Halbmondform auf, seine Wandung ist schwächer, als die des linken Ventrikels.

Bezüglich des Rauminhaltes haben Krause u. A. am Menschen Versuche angestellt, zu welchem Zwecke das Herz mit Flüssigkeiten ausgegossen und aus der verbrauchten Flüssigkeitsmenge auf den Rauminhalt geschlossen wurde; hiebei kamen jedoch verschiedene Werthe heraus (Krause, Valentin). Andere stellten das Experiment in der Weise an, dass sie an Thieren die Menge des während einer Systole (Herzcontraction) entleerten Blutes bestimmten und daraus den Rauminhalt berechneten. Hier traten grössere Zahlen zu Tage (Volkmann, Vierordt). Sämmtliche Versuche ergeben jedoch nur approximative Werthe.

Der Rauminhalt beider Ventrikel beträgt nach diesen Untersuchungen etwa 180—200 Ccm.

Das Gewicht des Herzens ist bei einem gesunden Menschen nach Gluge im Mittel 288 Gr., nach Clendiming (400 Messungen) für den erwachsenen Mann 262·8 Gr., für das Weib 248 Gr. Nach Blosfeld und Dieberg kommen für den Mann 346 Gr., für das Weib 310—340 Gr.

Nach Krause beträgt die Länge des Herzens 14·5 Cm.; der grösste Breitendurchmesser 11 Cm.; der stärkste Dickendurchmesser 8·5 Cm.

Function des Herzens.

Das Herz führt im Lebenden rhythmische Contractionen und Erweiterungen aus; d. h. es zieht sich zusammen und dehnt sich danach aus, um nach einer kleinen Ruhepause die Arbeit von Neuem zu beginnen. Bei der Erweiterung nimmt es das Blut in sich auf; beim Contrahiren hingegen drückt es dasselbe hinaus, — wirkt somit als Saug- und Druckpumpe, — wodurch die Circulation aufrecht erhalten wird. Für diese ist jedoch die Druckwirkung des Herzens allein nicht genügend; es gesellt sich noch jene Druckdifferenz dazu, welche in den verschiedenen Abschnitten des Gefässsystems zu Stande kommt.

So steht im Arteriensystem — in demjenigen, welches sein Blut aus dem Herzventrikel erhält — das Blut unter positivem und bedeutend grösserem Drucke, als in den mit geringem positivem (1—1·5 Mm.) oder geradezu negativem (Saug) Drucke versehenen Herzvorhöfen, in welche das Blut aus dem Arteriensystem durch die Capillaren und Venen einströmt.

Die Zusammenziehung des Herzens nennen wir Systole; die Erweiterung, Erschlaffung desselben Diastole; jenen Zeitpunkt aber, in welchem das Herz nach der Contraction und Erschlaffung eine kurze Frist ruht, die Herzpause (Pausa).

Die Herzfunction und die in demselben sich abspielende Circulation geht folgenderweise vor sich:

Auf die Contraction der Vorhöfe folgt die Erschlaffung der Ventrikel; bei der Contraction der Vorhöfe öffnen sich die zwei- und dreizipfeligen Klappen und das Blut gelangt in die Ventrikel. Während die Ausdehnung der Vorhöfe noch nicht ganz erfolgt ist, beginnt bereits die Contraction der Ventrikel; es schliessen sich die zwei- und dreizipfeligen Klappen; das Blut kann in die Vorkammer nicht zurück, sondern wird in die grossen Gefässe: die Aorta und die Lungenarterie getrieben. Hierauf beginnt nach einer kleinen Pause abermals die Erweiterung der Vorhöfe; und nimmt das rechte Atrium nunmehr das Blut der Hohlvenen, das linke das aus den Lungenvenen auf; darnach folgt abermals die Contraction der Ventrikel und die Herzpause u. s. f.

Diese rhythmischen Contractionen und Erweiterungen des Herzens werden durch das im Herzen selbst und in den höheren Centren befindliche Nervensystem regulirt. Contraction und Erschlaffung des Herzens mitsammt der Herzpause bezeichnen wir als einen Herzschlag. Nach Volkmann wird die Zeit eines solchen Herzschlages in sechs Abschnitte getheilt; wir finden es zweckdienlicher, diese Zahl auf zwölf zu erhöhen. Mit den Abscissen *AB* und *ab* (Fig. 94) bezeichnen wir die Gesammtheit einer Herzcontraction, welche wir (bereits im Jahre 1875) in 12 Theile getheilt

haben; und ziehen nun auf dieselbe Ordinaten zur Bezeichnung der Grösse der Contraction und der Zeitbestimmung. Dauert der Herzschlag eines Menschen oder Thieres z. B. genau eine Secunde, so entspricht jede Eintheilung eben $^1/_{12}$ der Secunde. Betrachten wir die Zeit der Vorhofcontraction (*a c*), so sehen wir, dass diese binnen $^1/_{12}$ Secunde das Maximum ihrer Contraction erreicht, dann $^3/_{12}$ in gleichmässiger Contraction verbleibt, um rasch auf 0 zu sinken; so dass die Gesammtcontraction des Vorhofes binnen $^5/_{12}$ Secunden abläuft. Die Ruhepause der Atrien dauert $^7/_{12}$ Secunden, also länger als die Hälfte der Zeit für den ganzen Herzschlag; ihre Totalcontraction jedoch nur $^5/_{12}$ Secunden, also um etwas weniger, als die Hälfte der ganzen Herzaction. Die Atrien sind zudem noch nicht vollständig erweitert, wenn die

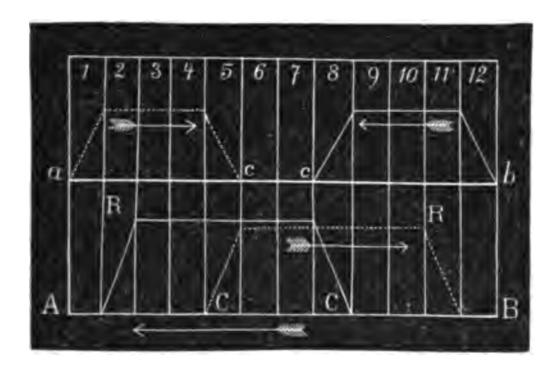


Fig. 94. Darstellung der Abschnitte der Herzaction, modificirt nach Volkmann. *AB* und *ab* = Abscissen: *RR* = Ordinaten; *ac* — *bc* = Contractionszeit der Vorhöfe; *AC* — *BC* = ebendieselbe der Ventrikel; 1—12 = Abschnitte der Totalcontraction des Herzens.

Ventrikel (punktirte Linie *C B* der Abscisse *A B*) bereits mit der Contraction beginnen, welche $^7/_{12}$ Secunden dauert, somit etwas länger, als die Hälfte der Gesammtaction des Herzens; hingegen erstreckt sich ihre Erschlaffung auf $^4/_{12}$ Secunden. Sobald die Ventrikel sich erweitert haben, tritt die Herzpause ein, welche genau $^1/_{12}$ der Zeit eines Herzschlages ausmacht. Nach der Herzpause (12) beginnt abermals die Herzaction und zwar zuerst mit der Contraction der Vorhöfe (*b c*), dann der Ventrikel (*C A* nicht punktirt), mit deren Beendigung wieder eine kleine Pause (1) eintritt u. s. f.

Die Herztöne. Ueber der Gegend des Herzens am Thorax horchend, vernimmt man sowohl an Menschen, als Säugethieren (an letzteren auch unmittelbar durch den eröffneten Brustkorb) bei den einzelnen rhythmischen Contractionen des Herzens, die zwei, bereits Harvey bekannten Töne (Herztöne). Den

ersten hören wir, wenn wir den Herzstoss fühlen, er fällt mit der Herzcontraction zusammen (Turner) und heisst auch systolischer, oder erster Ton. Der zweite entsteht bei der Erschlaffung des Herzens und wird als diastolischer, oder zweiter Ton bezeichnet. Der erste Ton ist dumpf und länger, der zweite reiner, kürzer und höher.

Der erste, oder systolische Ton kommt durch das bei Contraction der Herzmuskulatur entstehende Muskelgeräusch, hauptsächlich aber durch das Zusammenschlagen der zwei- und dreizipfeligen Klappe und deren Erschütterung zu Stande, wie diess aus zahlreichen Experimenten und klinischen Beobachtungen erwiesen ist; der zweite, oder diastolische Ton ist jedoch ein, durch rasches Schliessen der Semilunarklappen und deren Erschütterung bedingter reiner Klappenton. Landois hat auf Grund seiner Untersuchungen erwiesen, dass die Aorta und Lungenarterienklappen nicht im gleichen Momente zusammenschlagen, dass jedoch die Differenz zwischen dem Zusammentönen eine so geringe ist, dass man beim Zusammenschlagen beider Klappen nur einen Ton zu vernehmen glaubt. Bei Schluss einer Inspiration und ebenso zu Anfang einer Exspiration sollen nach Dusch beim gesunden Menschen gleichfalls zwei gesonderte Töne zu vernehmen sein.

Die Herztöne werden bei pathologischen Veränderungen des Herzens, oder der grossen Gefässe, unrein. So wird der erste Ton durch stärkere Ventrikelcontraction und dadurch bedingte grössere Spannung der Atrioventricularklappen verstärkt; die Verstärkung des zweiten Tones ist mit grösserer Spannung in den grossen Gefässen gleichbedeutend.

Schwach werden die Herztöne in gewissen Stadien der Blutarmuth, bei matter Herzaction und degenerativen Processen der Herzmuskulatur.

Doppelte Töne hört man bei energischen Contractionen der Atrien, deren Töne angeblich früher entstehen; unter physiologischen Verhältnissen tritt ein doppelter erster Ton dann ein, wenn die zwei- oder dreizipfeligen Klappen nicht auf einmal angespannt werden.

Geräusche statt des Tones kommen zu Stande, wenn Stenosen, oder Insufficienz der Klappen vorhanden sind. Der diastolische Ton wird zum Geräusche bei Stenose des linken venösen Ostiums; der systolische hingegen, wenn die zweizipfelige Klappe insufficient, oder wenn das Ostium aortae verengt ist; ebenso bei Ausdehnung der absteigenden Aorta, oder deren Verkalkung. Im rechten Herzen bildet die Insufficienz der Tricuspidalklappe, oder die Stenose des Lungenarterien-Ostiums selten Geräusche.

Systolische Geräusche können auch ohne Klappeninsufficienz vorkommen; so bei starker Vibration der Klappen und Gefässe in der Anämie, bei schlechter Ernährung, oder acuten Fieberzuständen u. s. f. Entzündung der Pericardial-Blätter erzeugt durch Reibung gleichfalls zeitweilig vernehmbare Geräusche.

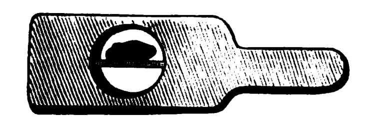
Gestalt und Lageveränderungen des Herzens während seiner Action.

Das Herz verändert während der Contraction sowohl seine Gestalt, als auch seine Lage; und zwar letztere in allen drei Durchmessern. Als solche gelten: der Längendurchmesser von

der Herzspitze bis zur Basis; der Querdurchmesser (Breitendurchmesser) von einer Seite zur andern, und der Dickendurchmesser von vorne (Brustbein) nach hinten. Das Herz geht nun während der Contraction aus der Form des flachen Kegels in die des runden Kegels über und zwar durch Zunahme des Dickendurchmessers, während gleichzeitig der Längen- und Breitendurchmesser verkürzt wird. Das Umgekehrte findet bei der Erschlaffuug des Herzens statt.

Dass das Herz zugleich bei jeder Contraction seine Lage verlässt, kann leicht durch Anlegen der Hand an den 5.—6. Zwischenrippenraum überzeugend geprüft werden, und fühlt man hierbei mit den Fingern den Stoss der Herzspitze. Diess rührt daher, dass sich das Herz bei der Contraction (von rechts nach links) um seine Queraxe dreht, wodurch die Herzspitze erhoben und der Zwischenrippenraum hervorgewölbt wird und der sogenannte Herzspitzenstoss (Herzstoss Ludwig) entsteht. Den Spitzenstoss kann man am ausgeschnittenen und auf eine Glasplatte gesetzten Froschherzen bei jeder Herzcontraction sehr gut zur Anschauung bringen; ebenso die Drehung um die Queraxe auch am lebenden Thiere verfolgen.

Einem grossen Auditorium lässt sich diese Erscheinung leicht mittelst des in Fig. 95 gezeichneten, kleinen Apparates demonstriren. In der runden Oeffnung des Bildträgers einer Laterna magica befindet sich eine kleine Glasplatte, auf welche das frisch ausgeschnittene Herz gelegt und das Ganze in die mittelst Drumond-, oder electrischem Lichte beleuchtete Laterna magica geschoben wird. Das auf die Wand oder einen Schirm projicirte Schattenbild zeigt die Bewegungen und die Erhebung der Herzspitze sehr deutlich, und konnte Verf. sich längst an sich selten contrahirenden Herzen überzeugen, dass die Contraction der Ventrikel von der Spitze gegen die Basis wellenartig erfolgt, auf welchen Befund neuerer Zeit Klug aufmerksam gemacht hat.


Fig. 95. Kleiner Apparat des Verfassers zur Projection der Bewegung des Herzens.

Bei Eintritt der Herzcontraction wendet sich — ausser den bisher geschilderten Veränderungen — der mehr nach rückwärts gerichtete linke Ventrikel nach vorne, — das Herz dreht sich nach vorne; bei der Erschlaffung tendirt der nach vorne blickende linke Ventrikel nach rückwärts, — das Herz bewegt sich nach hinten. Diese Drehung des Herzens erfolgt um seine Längsaxe. Neben dem Herzspitzenstosse kann mit der Vergrösserung des Dickendurchmessers bei der Herzcontraction, auch Erschütterung des Thorax erfolgen (Arnold, Kiwisch).

Instrumente zur graphischen Darstellung der Herzaction. Die Herzstoss-Curve (Cardiogramm) und deren Zeitwerthe.

Zur graphischen Darstellung der Herzaction sind mehrfache Instrumente im Gebrauche. Der Herzschlag am lebenden Menschen wird mit dem Cardiograph untersucht, mittelst dessen Marey und nach ihm Andere, Aufzeichnungen ausführten. Marey's Instrument ist ein mit Feder versehenes und Luft gefülltes, aus Hartgummi oder Holz verfertigtes Kästchen, welches an der untern, auf die Herzgegend anzusetzenden Fläche mittelst einer Kautschukmembran geschlossen ist. Auf diese Membran ist ein Knopf angeklebt, welcher an die Herzspitzengegend aufgesetzt wird und mittelst eines Kautschukrohres mit einer Marey'schen Trommel (Fig. 96 *M*) verbunden ist, deren beweglicher Hebel (*E*) auf einem berussten Cylinder (*H*), die auf die Luft in der Trommel übertragenen Bewegungen ausführt.

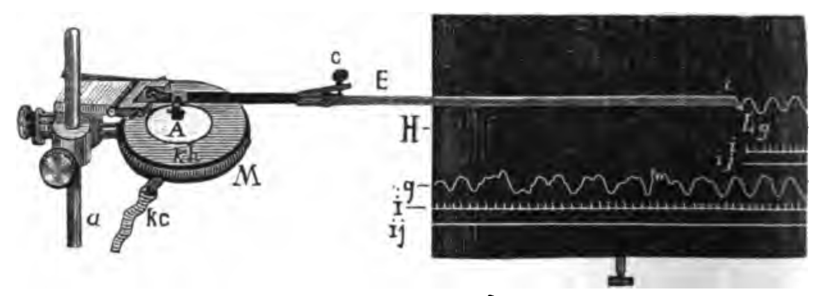


Fig. 96. Apparat zur Darstellung der Athem-, Herz- und anderer Bewegungen. *M* = Marey-sche Registrir-Trommel, der mit dieser verbundene Hebel (*E*) zeichnet in Curven auf den sich drehenden und berussten Cylinder (*H*) die, auf die Kautschukmembran (*kh*), resp. auf die Aluminiumplatte (*A*) derselben übertragenen Bewegungen. *i* = Schreibfederspitze des Hebels; *Lg* = Athmungscurve; *g* = Herzkurve; *i* = Zeitbestimmungs-, *ij* = Reizmarkirlinie.

Die nächste Fig. 97 versinnlicht das Pansphygmograph von Brondgest, mit welchem sowohl Herz- als Athmungsbewegungen als auch Pulse verzeichnet werden können. Die Figur erklärt sich — nach dem Vorhergesagten — von selbst.

Landois stellte seine Untersuchungen in der Weise an, dass er vom Thorax des Thieres eine Stelle entfernte, und die Herztheile mit zwei, um die Axe drehbaren, Hebel verband. Das eine Ende des Hebels kam auf die Vorhöfe, das des andern auf die Ventrikel zu liegen, während die freien Enden auf einem drehbaren berussten Cylinder die Curven beschrieben. Hiebei stellte es sich heraus, dass der zweite Hebel grössere Curven, den sich stärker contrahirenden Ventrikeln entsprechend, beschrieb, als der erste, auf den, sich schwächer contrahirenden Atrien belegene. Bei derartigen Aufzeichnungen wird die Zeit secundenweise mittelst des Chronographs angeschrieben und dadurch die Zeitwerthe der einzelnen Herztheilactionen gleichfalls festgestellt.

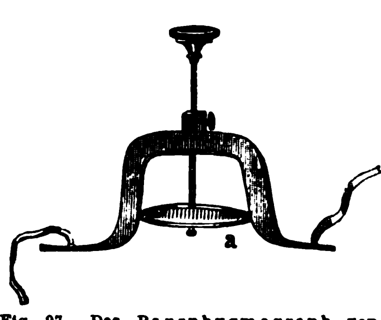


Fig. 97. Das Pansphygmograph von Brondgest. *a* = Trommel.

Marey und Chauveau stellten ferner an Pferden Untersuchungen nach folgender Methode an:

Eine Kautschukhohlsonde wurde durch die rechte Vena jugularis entweder in das rechte Atrium oder den rechten Ventrikel, wieder ein anderes Mal durch die linke Carotis in das linke Atrium, beziehungsweise Ventrikel eingeführt, oder es werden gleichzeitig in die beiden Ventrikel ähnliche Sonden eingesteckt, deren untere Enden durch membranöse Kästchen aus Kautschuk verschlossen, oben jedoch mittelst Kautschukschläuchen an eine Marey'sche Trommel befestigt waren (Fig. 96 *M*). Letztere besteht aus einer vertieften,

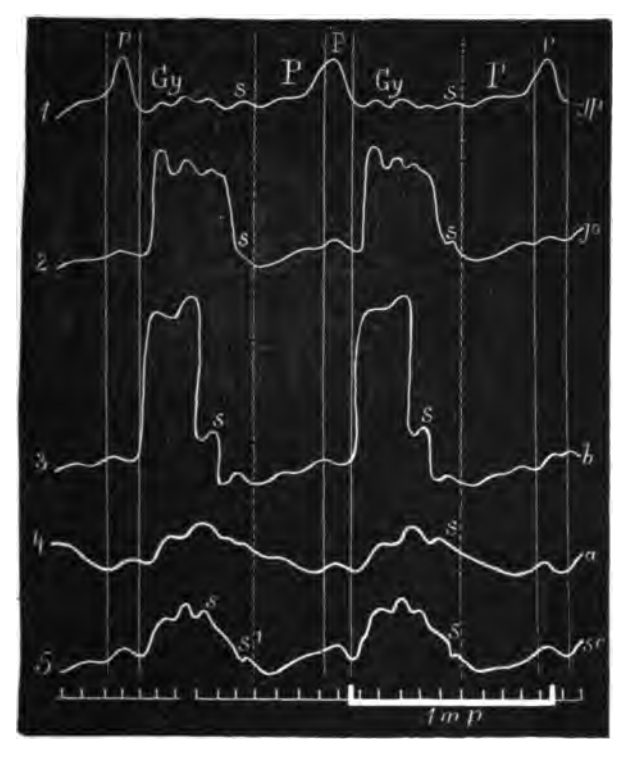


Fig. 96. Curven der Bewegungen und Druckverhältnisse des Vorhofes und Ventrikels vom Pferde, nach Marey und Chauveau. 1 = rechtes Atrium (*jp*); 2 = rechtes Ventrikel (*jo*); 3 = linkes Ventrikel (*b*); 4 = Aorta (*a*); 5 = Herzspitze (*sc*); *p* = Atrium; *Gy* = Ventrikel; *P* = Herzpause; *s* = Schliessung der Gemilunarklappen; *1mp* = eine Sekunde. (Die Beschreibung und Anwendung des Apparates s. bei Puls.)

mit einer Kautschukmembran überzogenen Metallhülse, deren an die Membran (*kh*) geklebtes Aluminiumplättchen (*A*) mit einem Hebel (*E*) in Verbindung steht, welcher an seinem freien Ende die Bewegungen auf den berussten Drehcylinder (*H*) überträgt. (Verf. versah das freie Ende mit einem Glasschreibeapparate und verzeichnete die Curven mittelst Tinte.) Die Membran der Trommel wird in der Weise in Schwingungen versetzt, dass die tellerförmige Hülse an der Seite einen Kautschukschlauch trägt (*kc*), mittelst welchem eine bewegliche Luftsäule — in unserem Falle mit dem obern Ende der Kautschukröhre —

in Verbindung ist. Dehnt sich nun das Herz aus, so wird die Luft in dem eingeführten Rohre dichter, die Membran der Marey'schen Trommel aber erhoben, hingegen wird die Membran bei Contractionen des Herzens einsinken,

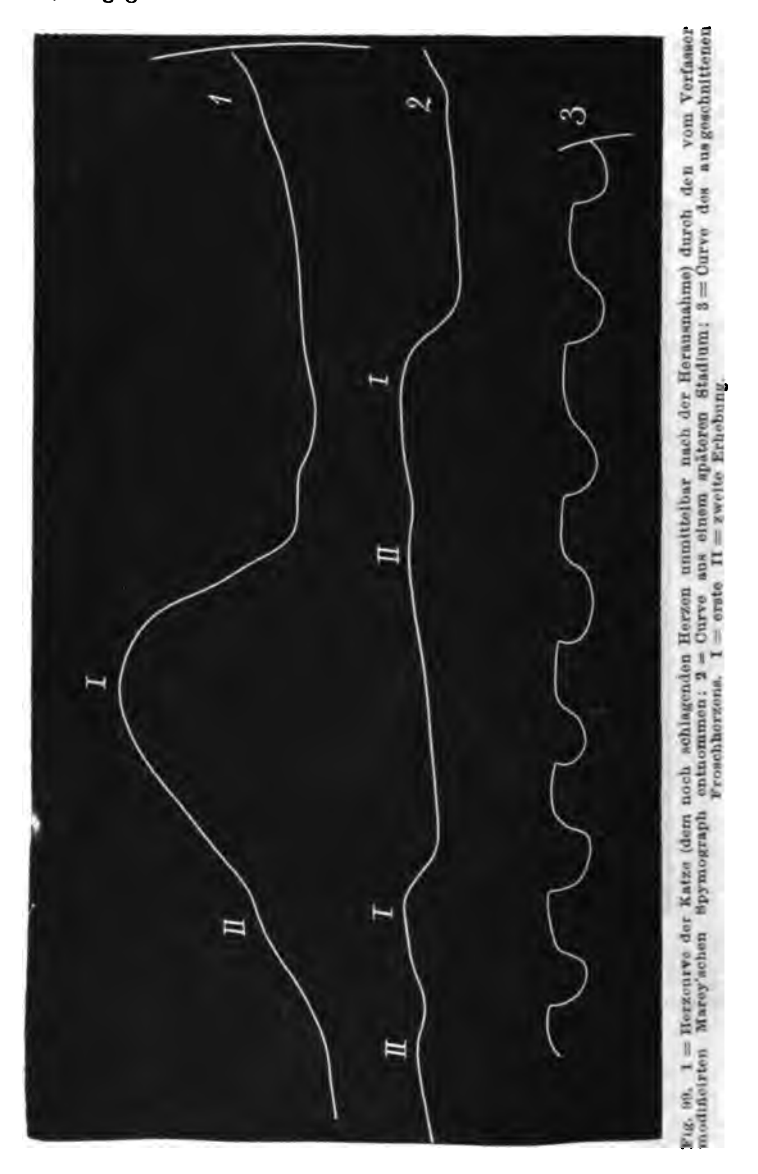


Fig. 99. 1 = Herzcurve der Katze (dem noch schlagenden Herzen unmittelbar nach der Herausnahme) durch den vom Verfasser modificirten Marey'schen Spymograph entnommen; 2 = Curve aus einem späteren Stadium; 3 = Curve des ausgeschnittenen Froschherzens. I = erste II = zweite Erhebung.

der Hebel aber die Wölbungen und Einziehungen der Membran verfolgen und auf den berussten Cylinder als Curven verzeichnen müssen.

Chauveau und Marey verglichen die Werthe der geschriebenen

Curven mit denen eines Quecksilber-Manometers, und gebrauchten die so angewandten Maasse auch für ihre Bestimmungen des Blutdruckes beim Pferde.

Das Cardiogramm der genannten Forscher findet sich in Fig. 98 verzeichnet. Die erste Curve entspricht dem rechten Vorhofe, die zweite dem rechten, die dritte dem linken Ventrikel, die vierte der Aorta, die fünfte stellt die Herzstosscurve dar; die Bezeichnung 1 *mp* = einer Secunde Zeit. Die vollen und punktirten senkrechten Striche sind Ordinaten, zwischen denen die eingefügten Buchstaben *p*, *Gy*, *P* und *S* die einzelnen Actionen der Herztheile begrenzen (*p* = Contraction der Vorhöfe, *Gy* = die der Ventrikel, *S* = Schluss der Semilunarklappen, *P* = Herzpause; die Buchstaben gelten für alle Curven gleich). Es ist leicht einzusehen, dass auf diese Weise sowohl die Zeit der Contraction und Erschlaffung der einzelnen Herzabschnitte, als auch die Stärke der Contraction genügend genau gemessen und verzeichnet werden kann; wobei wir die Bemerkung nicht unterdrücken können, dass durch den grossen Eingriff eine solche Beeinflussung der Verhältnisse eintritt, infolge welcher die gewonnenen Resultate blos relativen Werth besitzen. Die Darstellung des Herzschlages wurde auch mit anderen Instrumenten versucht. So construirte Marey für die Darstellung des Froschherzschlages einen Apparat, bestehend aus zwei Kästchen, welche das pulsirende Herz zwischen sich fassen und dessen Bewegungen auf eine Zeichentrommel übertragen; ein anderer Apparat desselben Verf. zum Verzeichnen der Action eines ausgeschnittenen Herzens besteht aus einem auf einer Säule befestigtem Tischchen, auf welchem ein Wachsmodell geklebt ist, in welches das Herz hineinpasst. Auf letzteres wird nun eine kleine, mit Aluminium-Fussplatte versehene Hebelstange applicirt, die dann auf dem Cylinder die Curven verzeichnet. Ausser dem Cardiograph zur Bestimmung des Herzschlages am Menschen und Thieren wurde von Marey u. A. auch das zur graphischen Notirung des Pulses in Gebrauch stehende Sphymographion in Verwendung gebracht. Zur Verzeichnung des Herzschlages am ausgeschnittenen Herzen haben Engelmann und neuerer Zeit Klug nach der Methode von Landois sehr einfach construirte Doppelhebel verwendet. Die auf Fig. 99 verzeichneten Herzcurven sind mit dem Marey'schen, vom Verf. modificirten Sphygmograph entnommen, und bezeichnet die erste und zweite Curve die Action des ausgeschnittenen Herzens der Katze, die dritte die des Frosches.

Die Zeitverhältnisse des Herzschlages werden den Curven am Cardiogramm derartig entnommen, dass — bei bekannter Schnelligkeit der Umdrehungen der berussten Fläche — diese nach den einzelnen Abschnitten der abgelaufenen Zeit eingetheilt werden. Landois verzeichnete seine Cardiogramme auf eine an einer Stimmgabel von bestimmter Schwingungszahl angebrachte berusste Fläche, die er fortschob; und da an den Herzcurven zugleich auch die einzelnen Schwingungen der Stimmgabel verzeichnet waren, konnten auf diese Weise die einzelnen Zeitwerthe leicht abgelesen werden. Wird nun die Zeit mittelst eines Chronographs unter die Curve verzeichnet und die geschriebenen Zwischenräume genau in kleinere Zeitabschnitte eingetheilt, so gewinnt man ebenso bestimmte Daten für die Details der einzelnen Herzcontractionen. Neuester Zeit wird hiezu das genial construirte kleine Chronograph von Marey verwendet, mit welchem $^1/_{100}$—$^1/_{250}$ Secunde oder noch kleinere Zeitwerthe verzeichnet werden können.

Zeitwerthe des Herzschlages.

Die Dauer eines Herzschlages beim Menschen wird von Wundt auf $^1/_{65}$—$^1/_{75}$ Minuten gesetzt. Nach Landois sind die einzelnen Contractionsabschnitte sehr verschieden und sehr schwankend,

sowohl beim Menschen, als auch bei Thieren; besonders aber die Herzpause, welche von der Frequenz oder Seltenheit der Herzschläge abhängig ist.

Landois fand bei 55 Herzschlägen in der Minute die Pause = 0·5 Secunde, die Contraction der Vorhöfe aber = 0·177 Secunde; beim Kaninchen stellten sich bei 74 Herzschlägen in der Minute die Pause und die Contraction der Vorhöfe zusammen auf 0·5 Secunde; constanter ist die Zeit der Ventrikelcontraction, hängt aber dennoch von der frequentern oder schnellern Herzaction ab; bei 55 Schlägen war sie = 0·34 Minute, sinkt aber (nach demselben Autor) bis auf 0·199 Minute.

Dauer des Herzschlages nach dem Absterben. Die Herzschläge dauern nach erfolgtem Absterben noch eine bestimmte Weile, was auch bei ausgeschnittenen Herzen beobachtet wird. Diese Eigenschaft gilt gleichermassen für den Menschen wie für die Thiere, doch dauert sie bei Kaltblütern länger, als bei den Warmblütigen, wenngleich Panum bei einem Kaninchen noch nach 15½ Stunden Spuren von Contractionen beobachtet haben will. Wir sahen bei Warmblütern nach Ablauf einer Stunde nach dem Absterben niemals Herzcontractionen. Das Froschherz schlägt nach dem Absterben manchmal tagelang, wenn es nicht fault oder austrocknet; eine in dieser Beziehung besondere Lebensfähigkeit zeigt auch das Schildkrötenherz. Das Herz der Maus soll nach Vulpian in einem Falle 46½, das des Hundes 96½ Stunden geschlagen haben. Hat der Herzschlag aufgehört, so löst sich bei electrischer, oder je einer mechanischen Reizung noch je eine Contraction aus. (Ueber Beschleunigung und Verzögerung der Herzbewegung siehe: Innervation des Herzens.)

Der Blutdruck im Herzen.

Wie bereits erwähnt, haben Marey und Chauveau auf experimentellem Wege die Grösse des Blutdruckes im Herzen festgestellt. An ihren Versuchen erhellt, dass im rechten Vorhofe ein positiver Quecksilberdruck von 2·5 Mm. herrscht; das Minimum des Drucks schwankte hier zwischen — 7 und — 15 Mm.; derselbe beträgt für den linken Ventrikel 128 Mm., für den rechten hingegen blos 25 Mm. Der Minimaldruck der Ventrikel bewegte sich zwischen — 16 und + 20 Mm.

Selbsternährung des Herzens.

Die Ernährung des Herzens erfolgt durch die Kranzarterien (Arteriae coronariae cordis) (Fig. 87 *cr*, *crs*), welche mit je einer Oeffnung rechts und links neben der Einmündungsstelle der Aorta im sogen. Sinus Valsalvae entspringen. Es frägt sich nun auf welche Art die Versorgung des Herzens mit Blut durch die Gefässe erfolge. Die Entscheidung dieser Frage beschäftigte bereits im verflossenen Jahrhundert sowohl Anatomen als Physiologen, und theilte sie bis in die neueste Zeit in zwei Lager. Letzter Zeit entbrannte der Streit aufs Neue, als Brücke

behauptete, dass das aus dem Ventrikel ausströmende Blut die Aortenklappen an die Wandung hindrücke und diese so die Oeffnung der Kranzarterien verschliessen; dass dann das Blut in dieselben nicht während der Systole, sondern blos in der Diastole d. h. dann einströmen kann, wenn die, in den grossen Gefässstämmen unter erhöhtem Drucke stehende Blutsäule während der Erschlaffung gegen die Ventrikel zurückgeschleudert, und die Semilunarklappen geschlossen werden. Hyrtl vertrat eine entgegengesetzte Ansicht; nach welcher: die Kranzarterien während der Systole gefüllt werden, die Klappen deren Mündungen nicht verschliessen und das Blut frei in dieselben einzuströmen vermag. Darauf veröffentlichte Brücke Sectionsresultate, welche ergaben, dass durch die Klappen beim lebenden Menschen die Mündungen der Kranzarterien verlegt werden; und brachte zum Beweise vor, dass man die Abdrücke der an den Bögen der Semilunarklappen befindlichen sogen. Arantius'schen Knötchen an der Stelle, wo die Aortenklappen an die Wand schlagen, wahrnehmen kann; ferner brachte Brücke vor, dass Hyrtl den Umstand wahrscheinlich übersehen habe, wonach im Cadaver den Gefässen der Tonus mangelt; und desshalb Hyrtl — da sie in der Leiche sich sowohl der Länge als auch der Breite nach ausdehnen — den Verschluss durch die Klappen nicht wahrnehmen konnte. Hyrtl versuchte darauf ebenfalls durch Sectionen am Menschen und verschiedenen Thieren den Gegenbeweis zu erbringen; und suchte zu constatiren, dass die Oeffnungen durch die Klappen nicht verdeckt werden, zum Beweise auch den Befund in's Feld führend, dass bei einigen Thieren die Kranzarterien in solcher Höhe entspringen, so dass deren Oeffnungen auf keinerlei Weise durch die Klappen verlegt werden können. Nun wurden von Einigen erneuerte Versuche angestellt und der Beweis: dass das Blut in die Kranzarterien nicht während der Diastole, sondern wie die Anatomen behaupten, während der Systole eindringe, zu erbringen versucht; andere hingegen behaupteten auf Basis ihrer Experimente das Gegentheil.

Soviel resultirt jedoch mit Gewissheit aus den bisherigen Beobachtungen und Experimenten, wonach es die Klappen nicht allein verhindern, dass die Kranzarterien in der Systole nicht mit Blut gefüllt werden, sondern dazu auch der Umstand tritt, — was schon die alten Physiologen behaupteten — dass bei der Systole die Muskelbündel des Herzens sich derart zusammendrängen, und die zwischen ihnen eingelagerten Gefässe derartig comprimirt werden, infolge dessen in dieselben kein Blut eindringen kann.

Von diesem Vorkommen konnte sich Verfasser direct dadurch überzeugen, dass er das mit Blut gefüllte ausgeschnittene Herz vom Laubfrosche (Hyla arborea) unter dem Mikroskop untersuchte und beobachtete, wie bei Contraction des Herzens die im Muskel-

fleische verzweigten und blutführenden Gewebsräume (da das Froschherz keine eigentliche Gefässe besitzt) gegen die Basis des Herzens zu sich entleerten; in der Diastole sich aber mit Blutzellen füllten. — Klug unterband in einem Falle das Kaninchenherz während der Systole, ein anderes aber während der Diastole in der Gegend der grossen Gefässe, schnitt es aus und legte es erst in Schwefelsäure, dann in Alkohol. Nach Erhärtung des Organs ergaben mikroskopische Durchschnitte eine grössere Blutfülle in den Gefässen des diastolischen Herzens, als in denen des systolischen. Dieser Umstand spräche dafür, dass in der Diastole eine grössere Menge Blutes in die Herzgefässe gelangt, als während der Systole; doch steht diess unserer Ansicht nach dem nicht entgegen, dass während der Systole im Allgemeinen Blut in die eigenen Gefässe des Herzens gelangen könne.

Physik der Blutcirculation.

Bei der Abhandlung der Strömungsgesetze des Blutes erhalten die hydrostatischen Gesetze nur insoferne eine Modification, als bei diesen auf soliden Druckgefässen und ebensolchen Ausflussröhren ausgeführte Versuche, bei jenen hingegen auf ihre Form verändernde, sich bald contrahirende, bald erschlaffende, dann wieder pausirende organische Druck- und Saugapparate, und mit diesen zusammenhängenden, mit elastischen Wandungen versehene Gefässe, reflectirt wird. Wird an den Ausflusshahn am Boden eines mit Wasser gefüllten, starrwandigen Druckgefässes ein elastisches Rohr (aus Kautschuck oder animalischer Membran) angesetzt und der freie Abfluss des Wassers gestattet, so dehnt dieses das Rohr erst an der Ausflussstelle, später aber im ganzen Verlaufe aus, und wird bei constanter Strömung des Wassers das Rohr derartig functioniren, als ob es aus solider, unelastischer Substanz hergestellt wäre. Unter solchen Umständen erfolgt die Geschwindigkeit der abfliessenden Flüssigkeit, wie deren Menge, endlich auch der auf die Wandungen des Gefässes ausgeübte Druck streng nach hydrostatischem Gesetze. Hingegen wird die Sachlage geändert, sobald nach Oeffnung des Hahnes am Druckgefässe der Hahn alsbald geschlossen und dann wieder geöffnet wird. Es wird damit der Vorgang der Herzaction und des, in den Gefässen sich abwickelnden Processes nachgeahmt. Bei der Oeffnung strömt eine bestimmte Menge Flüssigkeit in's Rohr, dieses erweitert sich infolge seiner Elasticität durch die Triebkraft in Form eines Wellenberges, um bei Abschluss des Gefässes zusammenzusinken, worauf die Gefässwand ein Wellenthal bildet. Diese Welle setzt sich durch das ganze Gefäss immer schwächer werdend fort, um bei genügender Länge des Gefässes ganz zu verschwinden. Dabei strömt die einge-

leitete Flüssigkeitssäule mit wellenartiger Bewegung weiter, wobei sich die Bewegung (als positive Welle, mit dem Wellenberge beginnend) mit grosser Geschwindigkeit von einem Flüssigkeitstheilchen zu dem andern, durch das ganze Gefäss fortsetzt*). Wenn nun, bevor der totale Abfluss in dem Rohre erfolgt, der Hahn am Druckgefässe in bestimmten Intervallen geöffnet und wiedergeschlossen wird; so geht wohl die Ausströmung nach einer Weile am Ende des Rohres continuirlich vor sich, doch wird sie am Beginn des Rohres rythmisch, und der Druck systolische Erhebungen und diastolische Abfälle zeigen.

Dieselben Principien gelten auch für die Herzaction. Das Herz schleudert während seiner rythmischen Contractionen eine bestimmte Menge Blut in die aus ihm entspringenden grossen Gefässe — das Arteriensystem —, durch diese Einwirkung wird das Gefäss ausgedehnt, die Molekel der Wandungen gerathen in wellenförmige Bewegung, eine positive Welle bewegt sich vorwärts, das Blut darin kommt in strömende Bewegung und es schreitet die Blutwelle rasch durch das ganze Gefässsystem; bis das Blut wohl langsamer, doch mit einer bestimmten Geschwindigkeit zu den vom Herzen entfernten kleineren Gefässen, von da in die Capillaren gelangt, um sich im Venensystem zu sammeln.

Wir haben des Druckes in den einzelnen Abschnitten des Herzens Erwähnung gethan und gesehen, dass derselbe im linken Ventrikel bedeutender als im rechten, am kleinsten hinwieder in den Vorhöfen ist. Im Gefässsystem findet ein analoger Vorgang statt; der grössere Druck befindet sich in dem, aus dem linken Ventrikel entstammenden Arteriensystem; der kleinere im Venensystem. Nun bewirkt eben diese Function des Herzens, dass dadurch an verschiedenen Stellen des Gefässsystems Druckdifferenzen hervorgerufen werden; oder aber, dass das Blut vom grösseren Druck nach dem geringern, vom Arteriensystem zum Venensystem und durch dieses in die entgegengesetzte Seite der Herzhälfte gelangt oder schliesslich, dass die Blutcirculatien eine beständige bleibt.

Arbeit des Herzens.

Die Arbeitsleistung des Herzens geben wir nach der Zusammenstellung von Landois im Nachstehenden.

Bernoulli und Robert Mayer berechneten die Herzaction während der einzelnen Contractionen und binnen 24 Stunden in Kilogramm-Meter**).

---

*) Neben der rasch fortschreitenden Welle ist noch die Strombewegung der Flüssigkeit zu unterscheiden, welche um vieles langsamer erfolgt und die Bewegung der Flüssigkeitsmolekeln bedeutet, während wir unter Wellenbewegung die Bewegungsform der Flüssigkeitssäule verstehen müssen.

**) Die Arbeit einer Maschine wird mit soviel Kilogramm Gewicht bestimmt, als dieselbe in einer Zeiteinheit auf die Höhe eines Meters zu heben im Stande ist; wir drücken diess dann so aus: die Maschine hat eine Kraft von so und so viel Kilogrammmeter.

Der linke Ventrikel des Menschen presst während jeder Systole 0·188 Kgr. oder 188 Gr. Blut in die Aorta, und führt zu diesem Zwecke eine Kraft aus, welche genügend wäre, um den Druck einer Blutsäule von 3·21 Meter zu überwinden (Donders), oder aber um 0·188 Kgr. Blut auf 3·21 Meter zu heben. Die Arbeit des linken Ventrikels kommt somit bei jeder Systole = 0·188 × 3·21 = 0·604 Kgr.-M. gleich. Nehmen wir in einer Minute 75 Systolen an, so würde der linke Ventrikel in 24 Stunden = 0·604 × 75 × 60 × 24 = 65,230 Kgr.-M. Arbeit leisten. Der rechte Ventrikel macht ungefähr ⅓ der Arbeit des linken, also etwa 21,740 Kgr.-M.; die Arbeit beider aber = 65,230 + 21,740 = 86,970 Kgr.-M., was wohl einem grossen Werthe entspricht. Deutlicher wird das Verständniss dieser Zahlen, wenn wir anführen, dass ein Arbeiter in 8 Stunden blos eine 32,000 Kgr.-M. entsprechende Arbeitsleistung vollführt, was kaum ¼ der Arbeit des Herzens gleich kommt.

Diese Zahlen auf das grössere und stärkere Herz des Pferdes übertragen, geben nach Munk für den linken Ventrikel eines Pferdes mit 30 Herzschlägen 98·43, für den rechten 49·22, oder für die Gesammtaction des Herzens in einer Minute = 147·65 M.-Kgr. Die Gesammtarbeit des Herzens wird sämmtlich zur Ueberwindung der Hindernisse aufgebraucht, oder in Wärme umgesetzt, es muss somit aus der Herzaction Wärme*) resultiren. Die Zahl der Wärmeeinheiten**) wäre bei der Herzaction somit 204,000. Da bei Verbrennung von 1 Kgr. Kohle sich 8080 Wärmeeinheiten entwickeln, so arbeitet das functionirende Herz für den Körper etwa so, wie wenn darin 25 Gr. Kohle behufs Wärmeerzeugung verbrannt würden.

Der Blutdruck.

Graphische Darstellung des Blutdrucks.

Die Wissenschaft ist durch die Bestimmung und graphische Aufzeichnung des Blutdruckes mit Hülfe gewisser Apparate wesentlich gefördert worden. Solche wurden zuerst von Ludwig und Volkmann construirt und Kymographion (Blutwellenzeichner) benannt. Man bestimmt mittelst desselben den diastolischen, systolischen und Mitteldruck des Blutes, verzeichnet diesen und dehnt die Beobachtung auch auf den Einfluss des Athmens auf den Blutdruck aus. Die zu graphischen Aufnahmen bestimmten Oberflächen können mit dem Hebel eines Chronograph's verbunden und dadurch die Zeit genau vermerkt werden; ferner auch mit einem Reizmarkirer, welcher die auf das Thier ausgeübten Reize bezüglich der Zeit, des Ortes und der Dauer registrirt. Da dieser Apparat nicht allein dem Physiologen unentbehrlich ist, sondern auch dem Patho- und Pharmacologen wichtige Aufschlüsse gibt, so erscheint es zweckdienlich, dessen complicirt erscheinende, doch einfache Construction nebst seiner Bestimmung des Näheren zu beleuchten und in der Zeichnung vorzuführen.

Das auf Fig. 100 gezeichnete Instrument ist das neuere Kymographion von Ludwig (vom Mechaniker Baltzar in Leipzig construirt und seit längerer Zeit bei unsern Arbeiten in Gebrauch stehend), mit end-

*) Unter Arbeits-Wärmeäquivalent verstehen wir die Summe der Wärmeeinheiten, welche nöthig ist, um ein Kubikcentimeter Wasser auf 1° C. zu erwärmen. Diese Wärme in Arbeit umgewandelt, würde im Stande sein, 425·5 Gr. auf die Höhe eines Meters zu heben, d. h. 425·5 Gr.-M. entspricht einer Wärmeeinheit.

**) Die Wärmeeinheit ist jene Wärmemenge, welche im Stande ist, die Temperatur von 1 Gr. (oder nach Andern 1000 Gr.) Wasser um einen Grad zu erhöhen.

loser Papierrolle (*P*) versehen, welche etwa 100 Meter lang durch ein starkes Uhrwerk (*O*) von links nach rechts getrieben wird.

Der Schwimmer (*u*) verzeichnet mit der mit Carmintinte gefüllten Glasschreibfeder des Quecksilbermanometers (*M*), dessen Ende (*v*) mit der Arteria carotis oder cruralis des Thieres verbunden ist, die Blutdruckcurven (*vg*) auf die Papierfläche (*P*); mit dem Athmungszeichenapparate (Marey'scher Trommel-Polygraph s. oben bei Fig. 96 *M*), dessen Trommel mit einer weiten, um den Thorax des Thiers geschlungenen Kautschukröhre verbunden

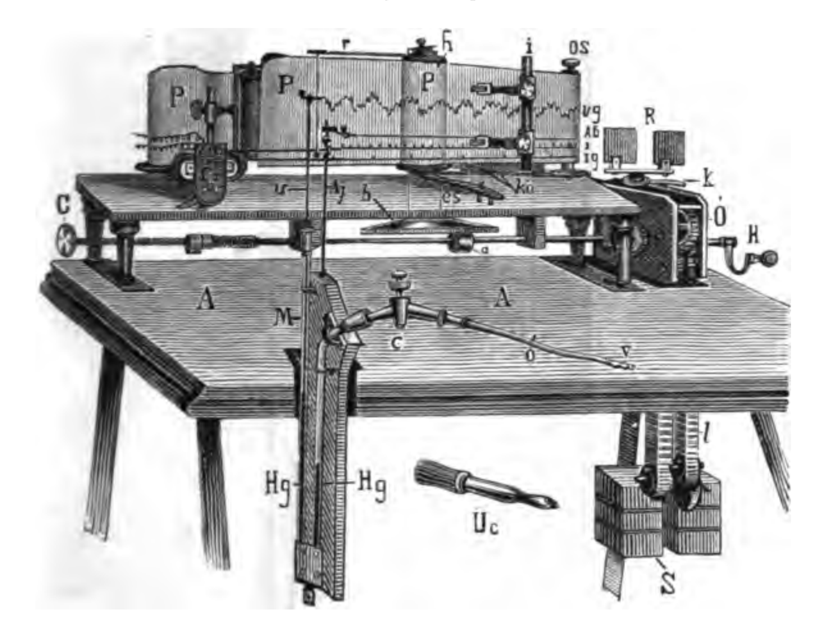


Fig. 100. Das mit endloser Papierrolle (*P*) versehene Kymographion nach Ludwig zur Aufzeichnung des Blutdruckes, der Athmung und anderer Bewegungen. *O* = Uhrwerk, welches die Fortbewegung der Papierrolle (*P*) bewirkt. *R* = Regulator für das Uhrwerk; *Os* = drehbare Säule, auf welche sich das Ende der Papiers aufrollt; *h* = eine zweite Säule, auf welcher das rollende Papier aufliegt und nach unten mit einer Drehscheibe (*b*) zusammenhängt. Letztere berührt die kleine Scheibe (*a*) der Drehaxe (*CH*) und bringt mittelst Reibung die Drehscheibe in Bewegung und rollt dadurch das Papier (*P*) weiter. *M* = Quecksilbermanometer; *u* = Schwimmer des Manometers an der Spitze ein mit Tinte gefülltes Gefäss. *vg* = die durch die Feder geschriebene Blutdruck-Curve. *Aj* = Abscissenmesser; *Ab* = gezeichnete Abscisse; *i* = Zeit in Secunden verzeichnet: *Cr* = Chronograph; *ig* = die durch den mit dem Chronograph verbundenen Reizungsmarkirer gezogene Linie; *es* = Sperrvorrichtung für Ingangsetzen und Schluss des Apparates; *A* = Tisch; *v* = Ende des Bleirohres (*ó*), welches mit dem, in das Gefäss des Thieres eingebundenen Kautschukschlauche in Verbindung steht; *l* = Kette des Uhrwerkes; *S* = dessen Gewichte; *Üc* = Glascanule für das Blutgefäss; *H* = Schlüssel des Uhrwerkes.

ist, oder mittelst Marey'schen Pneumograph's können auf derselben Papierfläche (*P*) die Athmungscurven des Thiers aufgenommen werden. Das Chronograph (*Cr*) bezeichnet die Zeit (= *i*), der Reizmarkirer die Reizimpulse (*ig*) auf graphischem Wege, während der Abscissenzeichner (*Aj*) die gerade Linie (*Ab*) aufträgt, von der die Höhe des Blutdruckes abgemessen werden kann.

Ein anderes Trommelkymographion nach Ludwig und Baltzar verzeichnet diese sämmtlichen Bewegungen auf eine berusste Oberfläche. Ein solches Instrument, doch nach des Verfassers Angabe von Baltzar

etwas modificirt, hat einen grössern Cylinder, damit es für Curven höhern Druckes oder mehrzeilige Aufzeichnungen verwendet werden könne. Der Apparat kann nach der Construction von Baltzar derartig regulirt werden, dass der berusste Cylinder sich rasch, langsam oder sehr langsam dreht; dabei automatisch oder durch Handbewegung nach abwärts gelassen werden kann. Statt der kleinern Trommel kann ein eigens dazu verfertigter Apparat eingespannt werden, welcher 28 Meter unberusstes Papier abrollt, und

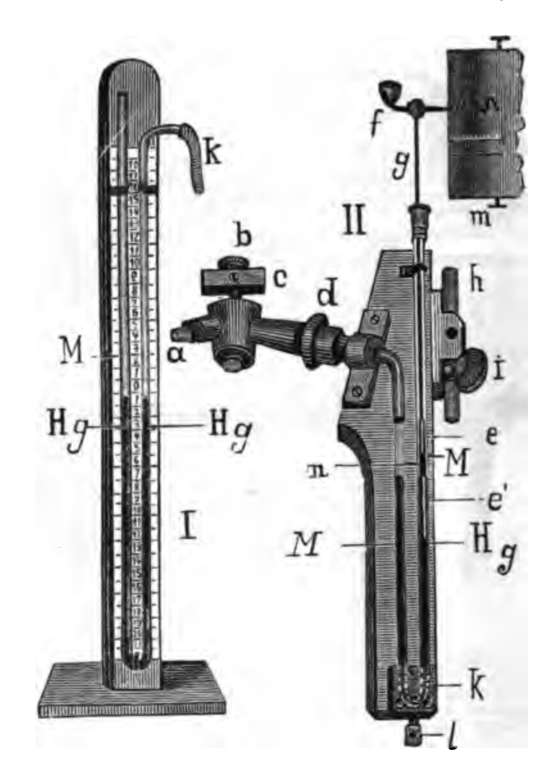


Fig. 101. Verschiedene Manometer. I = stehendes Manometer; *M* = Glasmanometer mit *Hg* bis *o* gefüllt; *k* = Kautschukschlauch; II = das Ludwig'sche Manometer zur graphischen Darstellung des Blutdruckes. *M* = Glasmanometer mit Quecksilber (*Hg*) halb gefüllt; *e* = ein auf dem Quecksilber schwimmender Elfenbeinstab, mit einem Eisenstäbchen (*g*) in Verbindung, auf welchem der mit Tinte gefüllte Schreibapparat (*f*) angebracht ist; *m* = drehbarer Cylinder, auf welchem die Manometerschwankungen durch die Feder (*f*) verzeichnet werden.

schliesslich ist auch eine Horizontalstellung der Trommel möglich. Der ganze Apparat ist zudem portativ und für die feinsten graphischen Darstellungen eingerichtet.

Für die Messung des Blutdruckes im Herzen und den grossen Gefässen kommen, wie angeführt wurde, die sogen. Quecksilber-Druckmesser (Manometer) in Verwendung.

Diess sind U-förmig gebogene Glasröhren (Fig. 101 *I* und *II*), deren eines Ende (*IIa*) mit den eingeschalteten Stücken in das Blutgefäss gebunden

wird, das andere jedoch offen bleibt. Die U-förmige Röhre ist bis zu einer bestimmten Höhe mit Quecksilber (*Hg*) gefüllt und dahinter eine in Millimeter getheilte Papierscala (*I*) angebracht. Steigt nun die Quecksilbersäule in dem offenen Arme der Röhre über 0 zu, so zeigt das Manometer positiven Druck; wenn die Erhebung in dem, mit dem Blutgefässe oder einem Raume verbundenen Arme erfolgt, so bedeutet diess negativen Druck. Wird nun das Rohr (*a*) mit einem Schwimmer (*II e, g*) und dieser mit einem Schreibapparate (*f*) versehen, so kann die Bewegung des Manometers oder richtiger die Schwankung des Druckes an einem vor dem Schreibapparate mit Uhrwerke getriebenen und berussten Cylinder (*m*) ebenfalls verzeichnet werden.

Neuester Zeit construirte Prof. Fick aus Würzburg ein sehr ingeniöses kleines Federmanometer, mit dessen Hülfe man besonders die Schwankungen des Blutdruckes im Herzen sehr genau graphisch darzustellen vermag.

Dasselbe (Fig. 102) besteht aus einem kleinen, auf der Säule (*O*) fixirten Metallrahmen (*R*). Von diesem hängt ein Metallsäulchen (*a, a*) herab, welches

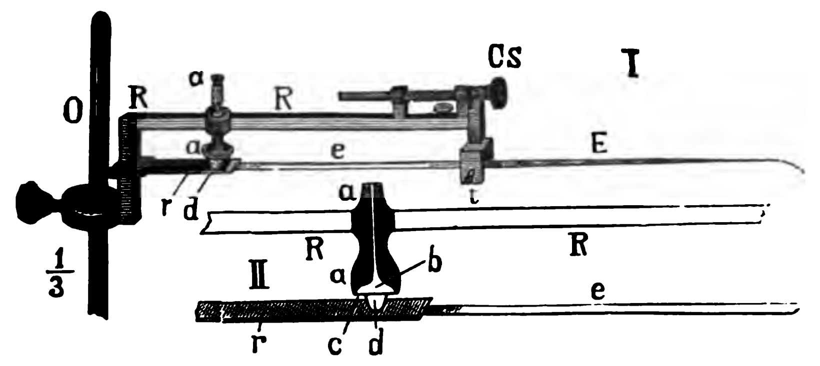


Fig. 102. I = Neues Federmanometer von Fick zur Darstellung des Blutdruckes und des Druckes im Herzen. *O* = Säule zur Befestigung des Apparates; *E* = freies Ende; *e* = an der Feder befestigtes Ende des Hebels; *R—R* = Metallrahmen des Apparates; *ab* = hohle Säule, deren Ende mit einer Kautschukmembran verschlossen, welche den Elfenbeinkegel (*d*) trägt; *CS* = Schraube zur Verschiebung der Hebelaxe nach vorwärts und rückwärts. II = die hohle Metallsäule (*aa*) im grösseren Massstabe und im Detail ausgeführt; die Buchstaben mit der vorigen Figur gleichbedeutend.

innen hohl und die unter *II* abgebildete Construction zeigt und unten durch eine Kautschukmembran (*c*), an welche ein kleiner Elfenbeinkegel (*d*) gekittet wurde, abgebunden ist. Der Kegel berührt eine kurze, starke Feder (*r*), auf welche die Wellenbewegung der in der Röhre *aa* befindlichen Luft übertragen wird. Die Feder *r* hängt mit einem Hebel (*e—E*) zusammen, der in Bewegung gesetzt seine Pendelbewegungen auf einen berussten Cylinder überträgt. Zu dem Apparate construirte Fick noch eine aus Neusilber gefertigte, etwa 25 Cm. lange, hohle und am geschlossenen Ende mit Oeffnungen durchbohrte Canüle, welche durch die Vena jugularis, ein anderes Mal durch die Carotis in den rechten resp. linken Vorhof oder in den Ventrikel eingeführt werden kann, nachdem man sie, zur Hintanhaltung der Blutgerinnung, mit einigen Tropfen Sodalösung befeuchtet hat. Diese Canüle wird nun am freien Ende durch einen starkwandigen Kautschukschlauch mit dem oberen Ende des leeren Rohres *aa* am Apparate verbunden. Vor dem Experiment giesst man in die leere Röhre *aa* einige Tropfen Wasser, damit die Kautschukmembran das Lumen derselben luftdicht verschliesse. Bei den im Herzen sich abspielenden Druckdifferenzen gelangt die Luft in der Neusilberröhre, dem Kautschukschlauche und dem Rohre *aa* des Apparates in

Schwingungen, wird von hier auf den Kegel *d*, von da an die Feder *r* übertragen, worauf der mit der Feder verbundene Hebel (*e E*) in Schwingungen geräth.

Die normalen Blutdruckcurven zeigen folgendes Bild. Die Curve in Fig. 103, 1 zeigt die Blutcurve des Hundes im normalen Zustande. Die grossen Schwankungen derselben hängen mit der Athmungsbewegung zusammen (s. den Einfluss der Athmung auf die Blutcirculation und den Blutdruck w. u.); die auf diesen angebrachten kleinern Erhebungen entsprechen den Herzcontractionen. Die gerade Linie 2 bedeutet die Absisse, die gerade 3 die Zeit in Secunden, die Linie 4 endlich die mit dem Reizmarkirer bezeichneten Notirungen.

Aus diesen Experimenten ergab sich, dass der Druck im Arteriensystem grösser ist, als im Venensystem. In den grösseren Venenstämmen kommt auch positiver Druck vor, derselbe ist jedoch im Vergleiche zu dem, in den Arterien befindlichen sehr gering.

Für die kleineren Gefässe gelang bisnun die Feststellung des Druckes nicht. Beim lebenden Menschen und Thieren sind die Gefässe nicht nur ganz, sondern in gewissem Grade sogar überfüllt, d. h. sie enthalten etwas mehr Blut, als das Gesammtvolum des Gefässes. Daraus folgt, dass die Blutsäule auf die Gefässwandungen überall einen Druck ausübt; woher es dann herkommt, dass die Gefässwände bis zu einem bestimmten Grade gespannt und ausgedehnt erscheinen. Wäre der Druck in den Gefässen, wie in comunicirenden Röhren (die die ineinander mündenden Gefässe eigentlich darstellen) überall gleich, so müsste die Flüssigkeit ohne jeden weitern Einfluss in labiler Gleichgewichtsstellung verharren.

Nehmen wir jedoch an, dass der Blutdruck am Anfange des Gefässsystemes auf einmal verstärkt würde, — wie diess in der That bei der Blutcirculation durch das Herz vollführt wird, — so muss das Gleichgewicht aufgehoben werden, und das Blut von hier, als unter grösserm Drucke stehend, gegen den geringern Druck zu hinströmen. Die Strömung des Blutes erfolgt demnach durch das Zustandekommen der Druckdifferenzen; und wird eine umso raschere, je grösser die Druckdifferenz und je geringer die Widerstände für die Bewegung derselben sind. Neben diesen Druckdifferenzen vergrössert das Herz gleichzeitig in den Gefässen — wie diess Donders dargethan — den mittlern Druck.

Der Blutdruck in den grossen Schlagadern der Säugethiere und wahrscheinlich des Menschen entspricht 140—160 Mm. Quecksilberdruck. Für die Carotis des Pferdes fand Poisseuille 161 Mm., doch dürfte derselbe mehr betragen; beim Hunde an demselben Gefässe 151 Mm., während Ludwig letzteren mit 130—190 Mm. ansetzt. Volkmann bestimmte denselben für die Carotis der Ziege mit 118—135, des Kaninchens 90, des Huhnes 88—171;

für die Aorta des Frosches hingegen mit nur 22—29; in der Kiemenarterie des Hechtes mit 35—84 Mm. Faivre beobachtete in der Radialis eines amputirten Menschen einen Druck von 110—120 Mm. Für die Aorta der Warmblüter wird der Blutdruck im Allgemeinen auf 200—250 Mm. gesetzt.

In den grossen Arterienstämmen ist der Blutdruck nicht um vieles grösser, als in den kleineren; doch sinkt derselbe sehr rasch, wenn das Gefäss durch mehrfache Verzweigung in kleine Röhrchen übergeht; da die Triebkraft des Blutes durch die Ueberwindung der vielen Hindernisse dabei aufgebraucht wird.

Der Blutdruck wechselt in den grossen Arterien, wächst mit der Füllung der Gefässe und umgekehrt; ebenso tritt Vergrösserung desselben bei physiologischer Verengerung der Ge-

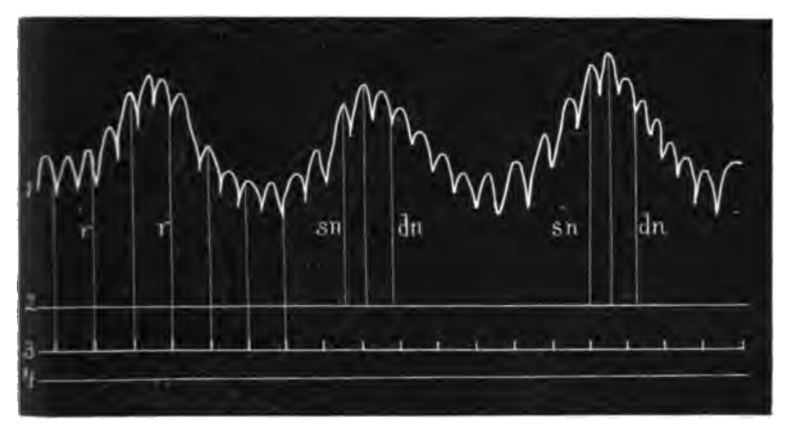


Fig. 103. 1 = Blutdruckcurve der Schenkelarterie des Hundes; 2 = Abscisse; 3 = Zeit in Sekunden; 4 = Reizungszeichen; *r* = Ordinate; *sn* = Druckerhebung in der Systole, *dn* = in der Diastole.

fässlumina ein (auf Einwirkung der Gefässmuskulatur); dann auch in dem Falle, wenn das Strombett des Gefässsystems durch die Nachbarschaft verengert, oder ein grösseres Gefäss unterbunden wird; ebenso bei Reizung der vasomotorischen Nerven, bei deren Lähmung der Blutdruck wieder abfällt (Ueber die Veränderungen des Blutdruckes bei der Athmung s. u.).

Die Pulsbewegungen bringen intermittirende Schwankungen im mittlern Blutdrucke zu Stande (Pulsschwankungen).

In den grossen Venen (Vena anonyma, -subclavia, und -jugularis) wird durchschnittlich negativer Druck beobachtet, und zwar — 0·1 Mm. Quecksilberdruck. Beobachtungen am Schafe ergaben, dass der Blutdruck in den Venen sich mit der Entfernung derselben vom Herzen steigert. So fand Jacobson in der Vena facialis externa einen Druck von + 0·3 Mm.,



in der Radialis 4·1 Mm., in deren Aesten 9 Mm., an den Schenkelvenen 11·4 Mm. Druck. Mit dem Abfalle der Druckdifferenz in den Gefässen wächst ferner der Druck in den Venen; dasselbe erfolgt bei allgemeiner Hyperämie, das Gegentheil bei Anämie; ebenso ist die Athmung, sowie auch die Körperstellungen (s. u.) auf den venösen Blutdruck von besonderm Einflusse.

Der Blutdruck in den Lungenarterien ist bei Hunden, Katzen und Kaninchen gleichfalls bestimmt worden, wobei naturgemäss der linke Thoraxraum eröffnet und künstliche Athmung eingeleitet werden musste.

Ludwig und Beutner fanden für die Lungenarterie des Hundes 29·6, der Katze 17·6, des Kaninchens 12·0 Mm. Quecksilberdruck. Fick und Badoud setzten den Druck in der Lungenarterie des Hundes auf 60 Mm., den der Carotis auf 111 Mm. fest.

Der Blutdruck in den Capillaren kann nicht direct gemessen werden. Kries versuchte die Messung auf indirectem Wege dadurch, dass er eine Glasplatte auf die Hand ansetzte und insolange mit Gewichten beschwerte, bis die Hand blass wurde. Das Gewicht entsprach für die Hand einer Quecksilbersäule von 38 Mm., für das Ohr einer solchen von 20 Mm. In den Capillaren wächst die Spannung mit der Ausdehnung der dahin führenden kleinen Arterien, und der Vermehrung des Blutdruckes in letzteren; ebenso bei Verengerung der vom Capillarsyst emauslaufenden Venen, ferner mit der Vergrösserung des venösen Blutdruckes bei Veränderung der Körperstellung. In entgegengesetzten Fällen treten gegentheilige Verhältnisse des Blutdruckes in den Capillaren ein. Die Verbreiterung und Verengerung der Lumina der Capillaren ist ebenfalls auf den in ihnen entstehenden Druck vom Einflusse.

Stricker und Tarchanoff constatirten, dass die Capillaren sich auf electrische Reize verengern, was durch die Annahme ihrer Wandungen als Protoplasmaröhren genügende Erklärung findet.

Verfasser stellte die Versuche Stricker's an curarisirten Froschlarven an, und konnte sich an der Schwanzflosse von der Contraction und Dilatation der Capillaren überzeugen, hingegen erwiesen mikroskopische Untersuchungen der sich rhythmisch contrahirenden Lunge des Laubfrosches, dass die Verengerung und Verkürzung der mit Muskelfasern versehenen und mit Capillargefässgebieten zusammenhängenden grösseren Gefässe mit der Ausdehnung der Capillaren und der passiven Verengerung ihres Lumens verbunden sein kann, ohne dass man an der Wandung der Capillaren in diesem Falle active Contractionen anzunehmen bemüssigt wäre. Nach Donders beträgt der Blutdruck in der Mitte des Capillarsystems etwa die Hälfte des in den grossen Gefässen herrschenden.

Auf den Blutdruck im Capillargefässsystem ist derjenige der Nachbargewebe, Schwellung und Consistenz der letzteren, selbstverständlich ebenfalls vom Einflusse.

Geschwindigkeit der Blutbewegung.

Bestimmung der Geschwindigkeit des Blutes.

Vor der Besprechung der Geschwindigkeit des Blutes ist die Kenntniss derjenigen Apparate nothwendig, mittelst derer die Blutgeschwindigkeit bestimmt werden kann.

Solche sind von Volkmann, Vierordt, Ludwig, Chauveau und Lortet construirt worden. Das Hämodromometer Volkmann's ist folgender Art beschaffen (Fig. 104 *C*).

Die U-förmig gebogene und an einer mit Scala versehenen Rückwand befestigte Glasröhre (Fig. 104 *C* bei *U*) ist in das Kästchen *a* eingelassen. Letzteres besitzt eine Doppelsperrhahnvorrichtung, die einmal so gestellt werden (I) kann, dass das Blut — nach Einbindung beider Zapfen (*C*; *b*, *c*) in das Blutgefäss — durch dasselbe hindurchzufliessen vermag, während es das andere Mal und zwar bei Beginn des Experimentes (II), die zur Hintanhaltung der Gerinnung mit kohlensaurer Natronlösung gefüllte Glasröhre passiren muss. Da nun die Länge der Röhre bekannt und bei Stellung II der Hähne die Zeiten, binnen welchen das Blut am Anfang erscheint und die Röhre verlässt, notirt sind; so kann an der Millimeterscala die Länge des Weges abgelesen werden. Die abgelaufene Zeit gibt die Geschwindigkeit des Blutes.

Mit grosser Präcision kann mit diesem Instrumente die Geschwindigkeit des Blutes nicht bestimmt werden, weil sich das Blut mit der Natronlösung mengt und die genaue Grenze zwischen beiden nicht festgestellt zu werden vermag, für die Bestimmung relativer Werthe an gewissen Körpertheilen und verschiedenen Thieren reicht es immerhin aus; umsomehr als die Fehlerquelle eine constante bleibt.

Genial construirt ist das Hämotachometer von Vierordt, und besteht aus einem kleinen, vorne mit Glasplatte versehenen Metall- oder Messingkästchen (Fig. 104 *B* bei *S*), in welchem ein beweglicher Pendel (*i*) aufgehängt ist. Die Röhren *a* und *b* des Kästchens werden in das Blutgefäss eingebunden. Je rascher sich das Kästchen mit Blut füllt, um so geschwinder stösst es den Pendel an dem am Kästchen befestigten Kreisbogen weg, und kann mit Hilfe einer mathematischen Formel, aus der Grösse des Ablenkungswinkels leicht die Geschwindigkeit des Blutes berechnet werden, wenn die Schwingungen des Pendels durch Durchleitung von Wasserströmen vorher bestimmt wurden.

Chauveau und Lortet's Hämodromograph ist eine weite Röhre (*ab* in Fig. 104 *D*), welche in die Carotis des Pferdes eingebunden wird. Bei *c* besitzt die Röhre eine kleine, mittelst Kautschukplatte verschliessbare Oeffnung, an welcher sich der Zeiger (*m*) bewegen kann. Bei wechselnder Geschwindigkeit des Blutstromes wird nun der Zeiger grössere oder kleinere Excursionen auf dem Kreisbogen, welcher in Grade getheilt ist, machen. Die Stromgeschwindigkeiten werden hiebei ebenfalls vor dem Versuche durch durchfliessendes Wasser experimentell bestimmt.

Neuerer Zeit entstammt dem Atelier von Breguet ein anderes Hämodromograph, bei welchem durch das durchströmende Blut kleine Hebel abwechselnd die Membranen von Trommeln berühren, somit heben und senken. Eine mit diesen in Verbindung stehende Marey'sche Trommel verzeichnet zugleich die Blutgeschwindigkeit.

Ein weiterer Apparat zur Bestimmung der Blutgeschwindigkeit ist die Stromuhr von Ludwig (Fig. 104 *A*). Sie besteht gleichfalls aus einer U-förmigen, an beiden Schenkeln napfförmig ausgebauchten Glasröhre, deren Seitentheile mittelst Metallconstruction mit zu beiden Seiten angebrachten Metallröhren (*kk*) in Verbindung sind und in welche letztere das Blutgefäss eingebunden werden kann. Die Ausbuchtung der Glasröhre ist gleichmässig, ihr Volumen genau gekannt. Nun wird diese angefüllt, und zwar auf einer Seite mit Oel, auf der andern mit defibrinirtem Blute. Wird nun aus dem Blutgefässe Blut in den Apparat gelassen, der so eingestellt ward, dass die Strömung des Blutes zum Oel geht; so muss das eindringende Blut letzteres insolange vor sich hertreiben, bis es in denjenigen Schenkel des Apparates Platz gefunden hat, wo vorher das defibrinirte Blut gewesen ist. Wird nun die Metallconstruction des Apparates (*efg*) um die Axe *xy* gedreht, so dass die Oelmasse abermals in die Richtung des Blutstromes gebracht

wird, so kann man das Experiment öfters wiederholen und an einer Stelle des Blutgefässes mehrere Bestimmungen ausführen, worin der grosse Vorzug des Instrumentes besteht. Da das Volum des mit Oel gefüllten Schenkels der Glasröhre, ferner die Zeit bekannt ist, während welcher die Durchströmung erfolgt; so kann aus diesen Zahlen die Geschwindigkeit leicht berechnet werden.

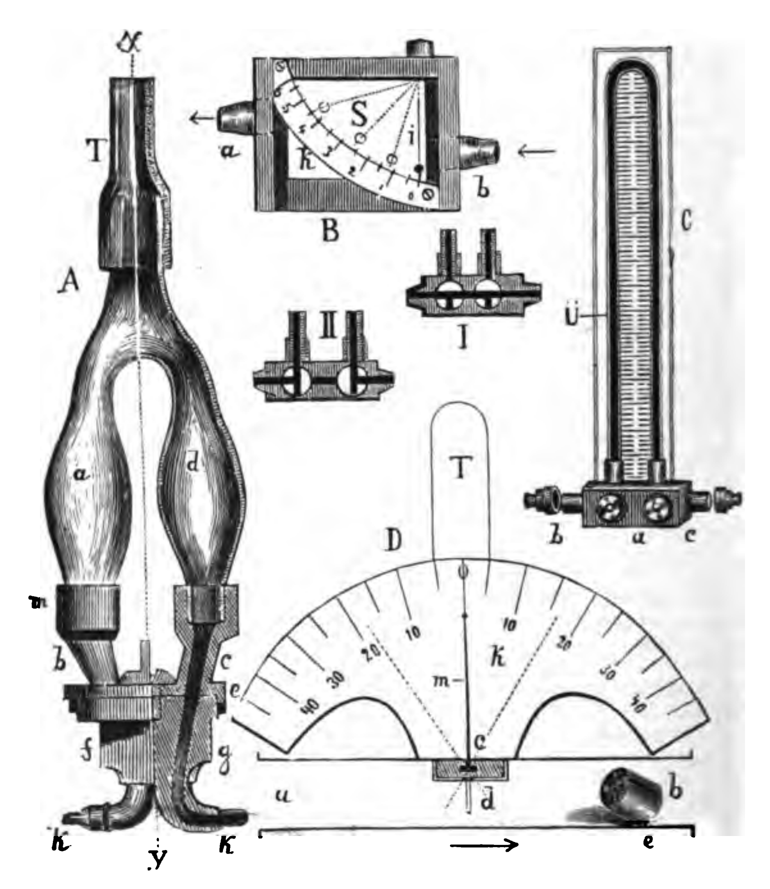


Fig. 104. Blutgeschwindigkeitsmesser (nach Zeichnungen von Landois). *A* = Stromuhr von Ludwig; *B* = Hämotachometer von Vierordt; *C* = Hämodromometer von Volkmann, I und II verschiedene Stellung der Sperrhähne desselben Apparates; *D* = Hämodromograph von Chauveau.

Aus den mit den Blutgeschwindigkeitsmessern ausgeführten Experimenten stellt es sich heraus, dass die Geschwindigkeit des Blutes bei verschiedenen Thieren eine verschiedene ist, und sogar in den verschiedenen Gefässen desselben Thieres wechselt. Am grössten ist die Geschwindigkeit zunächst dem Herzen, am kleinsten in den davon zumeist entfernten Arterien. In den Venen

steigert sich die Geschwindigkeit in dem Maasse, als sie zum Herzen näher treten; somit schwindet die Geschwindigkeit bis zu den Capillaren immer mehr, und nimmt von da an fortwährend zu. Ferner wächst die Geschwindigkeit während der Systole und verringert sich in der Diastole. Der Blutstrom kreist in den Capillaren gewöhnlich continuirlich und langsam; seine Geschwindigkeit ist bei den Säugethieren auf 0·8 Mm. in der Secunde bewerthet worden; in der Schwimmhaut des Frosches fand man dieselbe bei directer Messung = 0·53 Mm. (E. Weber). Bei Froschlarven (Exemplare von 1—3 Cm. Länge) fand Verfasser in der Schwanzflosse die Geschwindigkeit = 0·1 Mm.

Bezüglich des circulirenden Blutes in den grossen Gefässen liegen folgende Daten vor: Volkmann fand die Geschwindigkeit des Blutes in der Carotis des Hundes mit 205—357 Mm. (d. h. das Blut bewegt sich in der Carotis des gen. Thieres in einer Secunde 205—357 Mm. weiter); beim Pferde in der Carotis = 306, in der Submaxillaris = 232, in der Arteria metatarsea = 56 Mm. — Dogiel fand bei, mit der Ludwig'schen Stromuhr angestellten Experimenten die Blutgeschwindigkeit in der Carotis communis beim Kaninchen (im Mittel) = 94—226; beim Hunde = 204 bis 489 Mm.

Dauer des gesammten Blutumlaufes.

Die Dauer des Blutumlaufes — d. h. jener Zeit, welche verstreicht bis das Blut einmal sämmtliche Organe des Körpers durchströmt hat — wurden an Thieren experimentell festgestellt. So injicirte Hering zu diesem Zwecke beim Pferde in irgend eine Vene gelbes Blutlaugensalz und eröffnete dieselbe Vene auf der andern Seite des Thieres, und sah nach, wann im abfliessenden Blute die unveränderte Lösung nachweislich wurde; was durch Eisenchlorid constatirt werden konnte, welches mit gelbem Blutlaugensalze berliner Blau bildet. Es ist einleuchtend, dass das gelbe Blutlaugensalz auf der andern Seite erst nach Durchpassiren durch den ganzen Körper mit dem Blute heraustreten konnte.

Vierordt vervollkommnete diese Methode und fand bei zahlreichen Messungen folgende Resultate:

Beim Pferde	dauert der Blutumlauf	31·5	Secunden
„ Hunde	„ „ „	16·7	„
„ Kaninchen	„ „ „	7·79	„
„ Igel	„ „ „	7·61	„
bei der Katze	„ „ „	6·69	„
„ den Eichhörnchen	„ „ „	4·39	„
„ der Gans	„ „ „	10·86	„
„ „ Ente	„ „ „	10·64	„

bei dem Bussard dauert der Blutumlauf 6·73 Secunden
„ dem Huhne „ „ „ 5·17 „

Grössere Thiere nehmen für den Blutumlauf mehr Zeit in Anspruch als kleinere, was aus der Länge der Blutbahn verständlich ist. Der Blutumlauf ergibt mit der Pulszahl verglichen, dass derselbe im Mittel binnen 27 Systolen des Herzens beendigt wird. Diese Zahlen auf das Verhältniss des Menschen übertragen erweisen die Beendigung des Blutumlaufes bei 72 Pulsschlägen in 23 Secunden. Aus diesen Daten konnte man ferner berechnen, wie viel Blut in einer Secunde auf 1 Kilogramm Körpergewicht kommt; und würde sonach die Blutmenge in einer Minute auf ein Kilogramm Körpergewicht beim Pferde 152, beim Menschen 267, beim Hunde 202, beim Kaninchen 592 Gramme betragen.

Der Puls.

Unter Puls versteht man die Wellenerhebung der Arterienwände, oder jenen Schlag, der gefühlt wird, wenn wir die ober einer Arterie des Menschen oder eines Thieres gelegene äussere Haut betasten.

Wird mit der Fingerspitze einer Hand die Radialarterie eines Menschen, mit der Spitze der andern Finger die Dorsalarterie des Fusses getastet, so fühlt man den Puls nicht gleichzeitig, sondern den am Fusse auftretenden etwas später; der Unterschied beträgt $\frac{1}{8}$—$\frac{1}{7}$ Secunde. Die Entfernung zwischen beiden Gefässen beträgt beim Menschen etwa 1·62 Meter. Daraus folgt nun, dass die Fortleitungsgeschwindigkeit der Pulswelle etwa 9·6 Meter in der Secunde beträgt. Nach E. Weber wäre der Wellenberg des Pulses etwa 3 Meter lang, überträfe somit das ganze Gefässsystem.

Der Puls ist eine Folge der Herzaction. Während der Systole treibt nämlich das Herz eine bestimmte Menge Blutes in die Gefässe, bringt dieselben in Bewegung, worauf in denselben eine Ausdehnung und damit der Stoss auf den tastenden Finger erfolgt. Tritt das Herz in Diastole über, so collabiren die Gefässe, weil sie keine Blutzufuhr erhalten. Somit verengern und erweitern sich die Gefässe in umgekehrter Reihenfolge wie das Herz.

Wir unterscheiden verschiedene Arten des Pulses; derselbe kann rasch und langsam (Pulsus celer et tardus), häufig oder selten (P. frequens et rarus), hart oder weich (P. durus et mollis), leer oder voll (P. vacuus et plenus), fadenförmig (P. filiformis), wurmartig (P. vermicularis), gross und klein (P. magnus et parvus) u. s. w. sein. Beim kleinen Pulse berührt die Arterie unsere Fingerspitze durch die über ihr befindliche Haut nur leicht, beim grossen Pulse dehnt sich das Gefäss stark aus und schlägt fest auf. Der tastende Finger fühlt beim fadenförmigen Puls die Arterienwandungen dem Namen entsprechend. Man spricht ferner von einem hüpfenden Puls (P. caprizans), bei welchem erst ein kleiner, dann ein grosser Pulsschlag erfolgt; von einem wachtelschlag-ähnlichen (P. dactylisonans), bei welchem zwei kurze Schläge auf einen längern folgen. Der sogen. mäuseschwanzartige Puls (P. myurus) ist ein langandauernder, mit vielen

kleinen Erhebungen versehener Puls. Endlich unterscheidet man den unregelmässigen (P. irregularis), den Zwillings- (P. bigeminus), aussetzenden (P. intermittens) Puls u. s. f.

Die Unterschiede der verschiedenen Pulsarten können an graphischen Darstellungen derselben leicht studirt werden; mit der Fingerspitze genau zu differenziren, erfordert eine bedeutende Uebung und gelingt das Erkennen der feineren Details sehr selten.

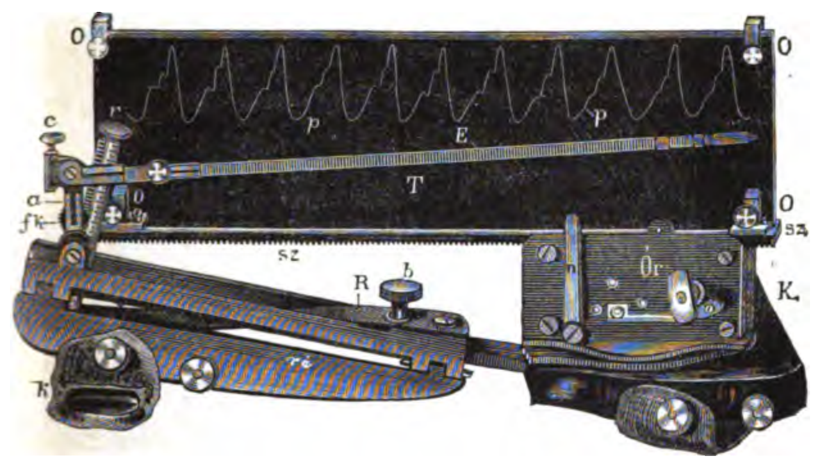


Fig. 105. Das vom Verfasser modificirte Marey'sche Sphygmographion in 1/2 natürl. Grösse; *p* = berusster Papierstreifen, welcher mittelst den Schrauben *OO* an eine Aluminiumplatte befestigt ist; *E* = Hebel; *Ór* = Uhrwerk, den Schlittenapparat (*sz*) mit dem Papierstreifen zusammen fortbewegend; *r* = gezähnte Stange; *fk* = gezähntes Rad; *a* = Scheide für den Hebel; *c* = Einstellungsschraube für den Hebel; *R* = Feder, welche mit der Stange (*r*) verbunden ist und auf die Hautfläche ober der Arterie gelegen kommt; *b* = Einstellungsschraube für die Feder; *K* = Holzpostament; *k* = Bandage zum Befestigen.

Zur Aufzeichnung des Pulses dienen verschiedene Instrumente. Vierordt construirte als der Erste einen diessbezüglichen Apparat, doch konnte derselbe theils wegen seiner Grösse, theils auch wegen der Schwerfälligkeit seiner Bewegungen nicht allgemein Eingang finden. Grösserer Verbreitung erfreut sich das Instrument von Marey, wegen seiner leicht zu versorgenden compendiösen Form.

Unter den nach demselben Principe construirten Apparaten nehmen die von Landois, und der diesem ähnliche von Sommerbrodt die erste Stelle ein. Das vom Verfasser nach Marey in allen Theilen modificirte Instrument kann auch als vervollkommnet bezeichnet werden; Fig 105 bringt dieses modificirte Sphygmographion*) in halber natürlicher Grösse gezeichnet.

Nach correcter Fixirung des Rahmens dieses Apparates mittelst der Bandage (*k*) (oder wo ein Aufbinden nicht möglich, wird der Apparat beim Postament [*K*] in ein eisernes Gestell eingeschraubt) kommt die Feder *R*

*) Sphygmographion von σφύγμος = Puls und γράφω = ich schreibe.

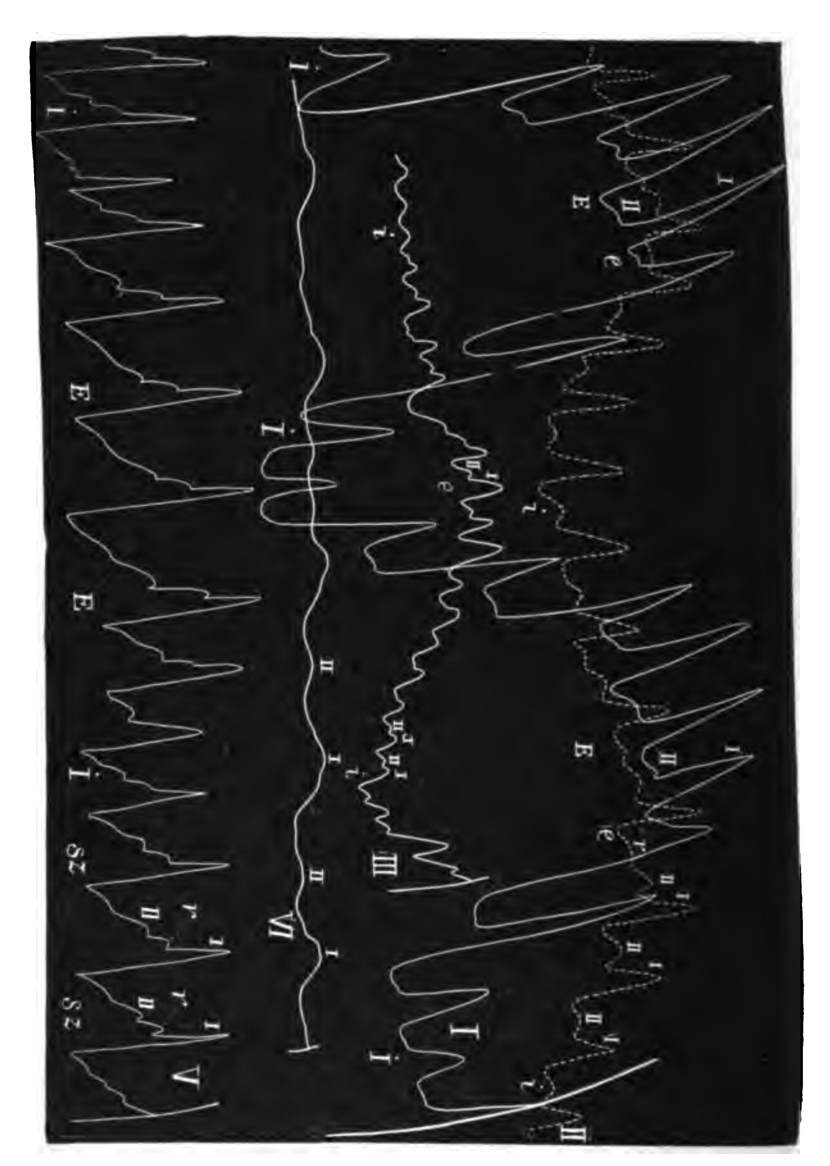


Fig. 106. Pulscurven mittelst des vom Verfasser modificirten **Marey'schen Sphygmographion** aufgenommen. I = von der Cruralarterie eines grossen Hundes; II = (punktirte Linie) von der Ulnararterie eines 32jährigen kräftigen Mannes; III = von der Cruralis eines kleinen Hundes; V = Radialarterienpuls eines hohen, 28jährigen, mit kräftiger, doch nicht anormaler Herzaction; VI = von der Schwanzarterie eines 26jährigen Pferdes. I, II = erste und zweite Elevation der Pulscurve: *r* = Elasticitäts-Elevation; *i*, *e* und *I—E* = In- und Exspiration; *sz* = während der Athmungspause verzeichnete Curven.

oberhalb der Arterie auf die Hautfläche. Die Zähne der mit einem Gelenke versehenen gezahnten Stange (*r*) greifen in die Zähne des gezähnten Rades *fk*. Dieses Rad kommt nun bei der kleinsten Excursion der Feder in Bewegung und ebenso der damit durch die Scheide *a* verbundene und durch die Stellschraube *c* höher oder tiefer einstellbare Hebel (*E*). Mittelst des Uhrwerkes (*Ór*) wird der gezahnte Schlittenapparat (*sz*), an welchem die berusste Papierfläche (*pp*) angebracht ist, fortgeschleift, während der Hebel (die feinen Russpartikeln von der Papierfläche mit der Spitze abschabend) seine Bewegungen in Gestalt feiner Linien darauf zeichnet. Nach der Aufzeichnung wird der vorsichtig abgehobene Papierstreifen in eine Schellacklösung getaucht und getrocknet, dann behufs endgiltiger Fixirung nochmals in Negativlack (der Photographen) getaucht und getrocknet.

Die vorstehende Fig. 106 zeigt mit diesem Apparat entnommene Pulscurven des Menschen (II. V), des Hundes (I. III) und eines 26jährigen Pferdes (VI).

Durch diese graphischen Aufzeichnungen wurde die äusserst wichtige Thatsache zu Tage gefördert, dass nämlich der normale Puls ein doppelschlägiger (P. dicrotus) ist. Man fühlt bei mageren, doch mit starker Herzaction behafteten Individuen, oder in gewissen Krankheiten trotz des einfachen Herzschlages den doppelten Pulsschlag heraus; doch ist diese mit den Fingern ausgeübte Beobachtung sehr selten deutlich wahrnehmbar; die neueren Sphygmographe notiren jedoch stets zwei, oft auch mehrere Elevationen, während das Instrument von Vierordt zumeist blos eine Elevation verzeichnete; woran wohl die Unempfindlichkeit des Instrumentes ebenso Schuld trägt, wie diess beim Greifen des Pulses mit den Fingern der Fall ist.

Fig. 107. *A* = Hämautographie nach Landois; *B* = eine ebensolche aus dem Institute des Verfassers.

Nun behauptet Vierordt, dass der zweite Wellenberg durch die Eigenschwingung des Hebels zu Stande komme, der Puls aber monocrot (einschlägig) sei. Doch sprechen dem entgegen zahlreiche überzeugende Experimente für den Dicrotismus des Pulses.

Dieser kann Folge der doppelten, in Zwischenräumen erfolgenden Herzcontractionen, der mehrfachen Schwingung der Klappen, endlich aber durch Rückstoss des Blutes von den

Klappen an die Peripherie oder aber von der Peripherie aus bedingt sein. Auf Grund neuerer Untersuchungen haben Neumann, Landois und Thanhoffer nachgewiesen, dass während die erste Elevation (s. Fig. 106 II und V bei I) das Ergebniss der Herzsystole ist, die zweite kleinere (II) während der Diastole eintretende, der von den Aortenklappen zurückgeschleuderten und fortbewegten Blutwelle zukommt. Ebenso ist constatirt (Landois, Thanhoffer), dass die nach dem zweiten sogenannten dicroten Wellenberge folgenden kleinen Elevationen, durch die Elasticität der Gefässwandung bedingt werden (Elasticitäts-Elevationen). Landois erwies ferner auf hämautographischem Wege, dass die von den Herzklappen zurückgeschleuderte Blutwelle den zweiten Schlag des Pulses, die sogenannte Rückstosselevation zu Stande bringe. Die eben genannte Methode besteht darin, dass eine Arterie des Hundes oder Kaninchens auspräparirt, mit einer Nadel angestochen und vor dem ausspritzenden Blute ein dicker Papierstreifen vorbeigezogen wird. Das Blut beschreibt in diesem Falle die auf Fig. 107 dargestellten Curven *AB*, wobei I die erste, II die zweite Elevation, *e* die Elasticitätselevationen bedeutet. (Die Pulscurven befinden sich auf grösseren Wellenlinien belegen; was durch die Athmung (s. u.) bewirkt wird).

Anzahl der Pulse.

Die Anzahl der Pulse ist bei verschiedenen Thieren eine mannigfache, wie diess aus der nachstehenden Tabelle von Colin ersichtlich wird.

Das Herz schlägt in einer Minute:

beim Elephanten (nach Colin)	25— 28	mal
„ Kameel „ „	28— 32	„
bei der Giraffe „ Dubois	66	„
beim Pferde (nach Autoren)	36 – 40	„
„ Rinde „ „	45— 50	„
„ Maulesel „ „	46— 50	„
„ Tapir (nach Dubois)	44	„
„ Esel (nach Autoren)	46— 50	„
„ Schweine (Ferkel) (nach Autoren)	70— 80	„
„ Löwen (Männchen) (Dubois)	40	„
„ „ (Weibchen) (Colin)	68	„
„ Tiger (nach Dubois)	64	„
„ Schafe (nach Autoren)	70— 80	„
bei der Ziege „ „	70— 80	„
beim Leopard (nach Dubois)	60	„
„ Wolfe (Weibchen) (nach Dubois)	96	„
bei der Hyäne „ „	55	„
beim Hunde (nach Autoren)	90—100	„
bei der Katze „ „	120—140	„

beim Kaninchen (nach Autoren)	120—150	mal
„ Murmelthiere (nach Saissy)	90	„
„ „ „ „	75	„
„ „ „ „	175	„
bei der Maus (nach Dubois)	120	„
„ der Gans (nach Prevost und Dumas	110	„
beim Huhne „ „ „ „	140	„
bei der Taube „ „ „ „	136	„
„ „ „ (nach Colin)	138	„
bei der Schlange („ Fontana)	24	„
beim Karpfen „ „	20	„
„ Frosche („ Dubois)	80	„
„ Salamander (nach Fontana)	77	„

Nach Hering stellt sich die Pulszahl bei Pferden und Rindern verschiedenen Alters, in der Ruhe, folgendermaasen zusammen:

Pferd		Rind	
Neugeborenes	100—120	Neugeborenes	92—132
14 Tage alt	80—96	14 Tage altes	68
1/4 Jahr alt	68—76	1/4 Jahr alt	—
1/2 „ „	64—72	1/2 „ „	50—68
1 „ „	48—56	1 „ „	50—68
2—3 Jahr alt	40—48	Junge Kuh	64
4 Jahr alt	38—50	4jähriger Ochse	56
Ausgewachsenes	32—40	Ausgewachsenes	45—50

Die Anzahl der Pulse hängt beim Menschen und den Thieren von deren Alter, Geschlecht, Ernährung, Grösse und von anderen Factoren und Functionen ab. Leisering constatirte schon 1854, dass ausgewachsene Pferde mit zunehmendem Alter weniger Pulse aufweisen, deren Zahl auch bis zu 23—34 Schlägen herabsinkt. Im Mittel haben Pferde 26—30 Pulsschläge. Nach der Zählung von Müller zeigte ein eben geworfenes Füllen 160 Pulsschläge in der Minute; einige Minuten später 154, dann 130 und nach drei Tagen nur mehr 129; Schafe Ziegen und Schweine hatten deren 60—80, der Hund 80—100—170 und noch mehr. Bei Hunden, die erschreckt werden, kann sich die Zahl sogar bis auf 240 und 260 steigern (Müller).

Bei den Einhufern kann der Puls am zweckmässigsten mit dem Finger am untern Rande des Unterkiefers an der Arteria maxillaris externa ausgetastet werden; seltener führt man dies an der Art. radialis, ferner an der Carotis am innern Rande des Kopfnickermuskels (M. sternocleido mastoideus), an der Art. temporalis und der mittleren Schwanzarterie; bei Rindern an der Art. maxillaris aus; während bei kleineren Thieren die Schenkelarterie (Art. cruralis) das passendste Object darbietet.

Nach Weiss wäre der Puls des ausgewachsenen Pferdes 23—40 in der Minute; bei Hengsten spärlicher als bei Stuten und Walachen, und zwar zwischen 33—36 schwankend, und 28 bis 30 im Mittel in der Minute.

An 74 Hengsten, im Neustädter Gestüte (Preussen) vorgenommene Untersuchungen ergaben als Maximum 36, als Minimum 26 Pulsschläge in der Minute; bei 3jährigen Hengsten war ein Puls von 30—32 Schlägen notirt worden. Im Trakehner Gestüte wurden 56 Hengste auf den Puls geprüft; bei 4 kamen 36, bei 5 nur 24 Schläge in der Minute. Im Hofmarstalle zu Berlin zeigte sich bei 35 Hengsten das Pulsmaximum von 33, das Minimum von 23. Unter 50 Hengsten des Gestütes zu München befanden sich 4 mit 25, eines mit 36, und vier mit 34 Pulsschlägen in der Minute. Weiss, dem wir diese Daten entnehmen, — führt ferner an, dass die Pulszahl der im Stuttgarter Hofmarstalle befindlichen Araberhengste auch nicht grösser war, als die angeführten.

Beim Menschen ändert sich der Puls, wie erwähnt, nach dem Geschlechte, Alter, der Tageszeit und Nahrungszufuhr. Nach Rameaux sinkt die Pulszahl mit zunehmender Körperlänge; dasselbe findet sich auch bei Thieren; je kleiner dieselben, um so mehr Pulsschläge weisen sie auf. Männer haben einen raschern Puls, als Frauen. Nach Volkmann sinkt der Puls vom ersten Lebensjahre, wo man 134 zählen kann, bis zum 20.—22. Jahre auf 70; später wächst die Zahl wieder und erreicht im 80.Lebensjahre etwa 79. Nach Aderlässen wird der Puls frequenter, ebenso bei Anstrengung und Lastentragen (Lichtenfels und Frölich). Dieselben Autoren haben ferner constatirt, dass die Tageszeiten von Einfluss sind (auch bei fastenden Menschen). Die Pulszahl sinkt vom Morgen (nach der letzten Mahlzeit binnen 10 Stunden) rasch bis Mittag, um sich bis Abends langsam zu erheben. Ebenso wird der Puls durch die Nahrungseinnahme verändert. Nach dem Frühstücke steigt die Zahl der Pulse rasch bis zum Maximum, um bis Mittag zu sinken; nach dem Mittagsmahle steigt sie wieder an, doch langsamer, sinkt abermals bis zum Abendbrod, und hebt sich darnach abermals. Die Qualität der Nahrung wirkt ebenfalls auf die Pulszahl ein.

Nicht minder wird die Pulszahl durch die Körperstellungen beeinflusst. Beim Liegen ist sie geringer, als beim Sitzen, nimmt beim Stehen zu und steigert sich sogar sehr beim Gehen, oder Laufen. An Thieren wurden dieselben Beobachtungen gemacht. So erhellt aus den klinischen Beobachtungen Prof. Dr. Azary's, dass Pferde, deren Puls 40 betrug, nach 15 Minuten langem Traben denselben in der Höhe von 62—68 aufwiesen, um erst nach 20 Minuten Ruhe zur Norm zurückzukehren; bei erneuertem Traben durch 20 Minuten stieg der Puls auf 76 und fiel erst nach 30 Minuten auf 40 herab; in den nächsten 5 Minuten sogar auf 36. Ein dreijähriger Hengst, der vor der Bewegung 44 Pulsschläge aufwies, hatte nach ¼stündigem Gange 96—98 und kehrte die Norm erst nach 20—25 Minuten zurück.

Die Wandlungen der Pulszahl vom ersten Lebenstage bis zum Alter stellt die nachstehende Tabelle (nach Landois) dar.

Alter	Herzschläge in der Minute	Alter	Herzschläge in der Minute
Neugeborener	130—140	10—15 Jahr alt	78
1 Jahr alt	120—130	15—20 „ „	70
2 „ „	105	20—25 „ „	70
3 „ „	100	25—50 „ „	70
4 „ „	97	60 „ „	74
5 „ „	94— 90	80 „ „	79
10 „ „	etwa 90	80—90 „ „	über 80

Einfluss der Athmung auf die Blutcirculation.

Bevor wir uns mit dem Einflusse der Athmung auf die Blutcirculation befassen, müssen einige physikalische Betrachtungen vorausgeschickt werden. Die Lungen sind in einem geschlossenen Raume, dem Brustkasten — untergebracht und communiciren mit der Atmosphäre blos durch die Luftwege. Wenn sich bei derartiger Anordnung der Brustkorb ausdehnt, so müssen die Lungen sich gleichfalls erweitern, wie sich eine halb mit Luft gefüllte Blase ausdehnt, wenn wir sie unter die Glocke einer Luftpumpe bringen und darinnen die Luft verdünnen; indem sich die Luft in der Blase ebenfalls ausdehnt; im entgegengesetzten Falle: wenn der Brustkorb zusammensinkt, folgen die Lungen der Thoraxbewegung und fallen gleichfalls zusammen. Bei Thieren, ohne festem Thoraxgerüste, wirken die Lungen auch durch ihre Muskulatur activ mit; die Rolle der ebengenannten Muskeln bei höher organisirten Thieren ist jedoch eine untergeordnete.

Beim Athmen wirken zwei Kräfte im Thorax zusammen: der gewöhnliche atmosphärische Druck und die Elasticität der Lungen. Letztere compensirt einen Theil des gewöhnlichen atmosphärischen Druckes und bewirkt dadurch, dass der atmosphärische Druck auf jene Organe, die neben der Lunge im Thorax liegen, (Herz und die grossen Gefässe) ein geringerer ist, als derjenige, an der Körperoberfläche. Steht nun fest, dass die Atmosphäre auf die übrigen Organe des Körpers, insonders auf die oberflächlich verlaufenden Venen einen grösseren Druck, als derjenige auf das Herz und die grossen Gefässe im Thorax ist, ausübt; wenn also im Ruhestadium des Brustkorbes der Druck auf die ausser den Lungen im Thorax befindlichen Organe (Herz und grosse Gefässe) ein kleinerer, geringerer ist; so muss bei solcher Construction des Thorax auch in der Athmungspause das Blut aus den Körper-Venen, wo es unter höherem Drucke steht, gegen das Herz zu, wo geringerer Druck vorhanden, einströmen. Nach den Experimenten von Donders compensirt die Lungen-Elasticität im Ruhestadium des Thorax 8—9 Mm. Druck der Atmosphäre; es stehen somit Herz und grosse Gefässe unter einem um 8—9 Mm. kleineren Drucke, als die peripherischen Venen, wodurch die Zuströmung des Blutes zum Herzen während der Ruhe des Thorax (der Athmungspause) sehr befördert wird. Es frägt sich nun, wie sich die Verhältnisse beim Ein- und Ausathmen gestalten? Je tiefer ein Thier inspirirt, um so mehr dehnt sich dessen Lunge aus, und leistet der Atmosphäre einen um so grösseren Widerstand, d. h. ihre Elasticität wächst und sie compensirt desto mehr von dem atmosphärischen Drucke. Dadurch wird nun der Druck auf die ausser den Lungen belegenen Theile

(Herz und grosse Gefässe) verringert, durch welchen Umstand wieder die Strömung im Venensystem wesentlich befördert wird.

Die Compensation kann in diesem Falle auch einer Quecksilbersäule von 40 Mm. entsprechen. Bei der Exsipiration treten die gegentheiligen Verhältnisse ein. Je stärker das Thier ausathmet, um so mehr gelangt die Lunge ins Ruhestadium, ihre Elasticität sinkt und sie compensirt weniger vom atmosphärischen Drucke, wodurch derselbe auf die ausser der Lunge im Thorax befindlichen Theile gesteigert wird und so die Zuströmung zum Herzen und die Circulation des Blutes im Venensystem hintangehalten wird. Doch enthält letzterer Umstand nur einen scheinbaren Widerspruch; die Blutcirculation wird nämlich durch jeden Abschnitt der Athmung befördert. — Denn je tiefer das Thier einathmet, desto geringer wird der Druck aufs Herz und die grossen Gefässe, wodurch die Venencirculation beschleunigt wird; beim Ausathmen hingegen wird wohl der Druck aufs Herz und die grossen Gefässe stärker, da jedoch die Elasticität der Lunge in derselben Richtung zur Geltung gelangt, als das Blut vom Herzen weg strömt, so wird dadurch, dass die Arterien unter höheren Druck gelangen, das Blut aus denselben energischer herausbefördert, und auf diese Weise die Strömung im Arteriensystem durch die Exspiration beschleunigt.

Den Beweis für die Compensation der Lungenelasticität auf den atmosphärischen Druck in der Höhe von 8—9 Mm. führte Donders in folgender Weise aus: Er band in die Luftröhre eines Cadavers eine Canüle ein und befestigte diese mittelst Kautschukschlauches an ein Manometer; dann pungirte er den Thorax in der Weise, dass die Luft in denselben eindringen. die Lungen comprimiren und sie in's Ruhestadium versetzen und die Luft aus denselben austreiben konnte; hiebei hob sich das Quecksilber im Manometer auf 8—9 Mm.

Einfluss der Athmung auf den Puls und den Blutdruck.

An den mittelst neuerer Apparate entnommenen Pulscurven (Landois, Sommerbrodt, Thanhoffer) ergeben sich Veränderungen, welche durch Druckschwankungen während der einzelnen Athmungsstadien, bedingt sind. Man vergleiche zu diesem Zwecke die in Fig. 106 abgebildeten Zeichnungen. Die unter II u. V dargestellten, jungen Männern mit kräftiger Herzaction gehörigen Pulscurven, sind bei *sz* während der Athmungspause. bei *J* u. *i* während der Inspiration, bei *E* u. *e* während der Exspiration aufgenommen. Die unter *J* gezeichnete Curvenreihe entstammt einem Hunde, und ist an der Cruralarterie während der Respiration aufgenommen.

Die während des Athmungsstillstandes (*sz*) entnommene Linie zeigt, dass die mit horizontalem Niveau versehenen Pulscurven auf Wellenbergen (Athmungsschwankungen) aufsitzen, oder aber, dass die Füllung der Arterien, ebenso die Spannung des darin ent-

haltenen Blutes und der Gefässwandungen im Inspirationsstadium (*J i*) am geringsten, im Exspirationsstadium (*E*, *e*) am grössten sei. Diese Veränderungen stehen mit den, im früheren Abschnitte mitgetheilten physikalischen Momenten im Zusammenhange und zumeist durch diese selbst bedingt; ferner werden durch die Athmungsbewegungen auch die Centren der vasomotorischen Nerven gereizt, woraus ebenfalls Druckveränderungen hervorgehen.

Bei der Exspiration ergeben sich höhere Curven, weil durch die Ausathmungsbewegung des Thorax die Kraft der Exspirationswelle gehoben wird, wie auch sämmtliche Exspirationscurven ein höheres Niveau wegen der in den Arterien eintretenden grösseren Spannung haben; die Rückstosselevation (V, *r*) ist wegen der Drucksteigerung an den Exspirationscurven eine kleinere; endlich werden aus bereits angeführten Gründen die Elasticitätselevationen (V, II) besser ausgeprägt und stehen zu der Curvenspitze, d. h. zu der ersten Elevation (I) näher.

Bei der Exspiration wurde von Einigen der Puls frequenter gefunden; sowohl bei den angeführten, als zahlreichen anderen, durch den Verfasser entnommenen Pulscurven waren die dem Exspirationsstadium gehörigen (*E e*) nicht nur höher, sondern wie man sich aus dem Zeitwerthe (der Entfernung beider Curven von einander) überzeugen kann, der Puls während der Exspiration retardirter, als im Inspirium.

Ueber den Einfluss der Athmung auf den Puls haben besonders Klemensiewicz, wie vor ihm Landois, Verfasser und Sommerbrodt eingehende Untersuchungen angestellt.

Aehnlich den Veränderungen auf den Puls bringt die Athmung solche in Bezug auf den Blutdruck zu Wege. Man vergleiche die von der Arteria cruralis eines mittelstarken Hundes entnommene, in Fig. 103 gezeichnete normale Pulscurve mit der Einwirkung der In- und Exspiration. Bei der Inspiration ist der Druck am kleinsten, bei der Exspiration am grössten. Die dem Herzschlage entsprechenden, kleinen Elevationen sind für die Inspiration niedriger und von kürzerer, jene für das Exspirationsstadium höher und von längerer Dauer.

Einfluss der anormalen physiologischen Athembewegungen auf den Puls.

Wir verstehen unter anormalen physiologischen Athembewegungen diejenigen, welche beim Menschen und Thieren ausser der Norm auftreten, jedoch nicht auf krankhaften Veränderungen beruhen. Man rechnet hieher: Husten, Gähnen, Niessen, Lachen, Seufzen, Weinen, Schluchzen, Rülpsen, Schlucksen, Pfeifen u. s. f. Sämmtliche anormale Athembewegungen können an graphischen Darstellungen eingehend studirt werden.

Ausser dem Husten und dem Schlucksen, welche zuerst von Wolf aufgenommen (das Husten nach ihm Hogyes u. A.) sind, wurde der Einfluss der anormalen Athmungsbewegungen auf den Puls ausser Verfasser, unseres Wissens bisher noch von Niemanden graphisch dargestellt. Die Einflüsse wechseln

hiebei ebenso, wie die Ex- und Inspirationsstadien, ebenso gestaltet sich die Aufeinanderfolge der Pause, oder anders; die Curven steigen bei der Exspiration an und sinken bei der Inspiration. Folgen mehrere Exspirationsbewegungen rasch aufeinander, so bleibt das Niveau der Curve hoch, und fallen auch die Curven ebenso aus; das Niveau mehrerer Inspirationen aufeinander ist niedrig und die Curven auch kürzer [s. Verfasser „Ueber den Puls". Sitzungsberichte der ungarischen Akademie der Wissenschaften. 1879. (ungarisch)].

Innervation des Herzens.

Vor Abhandlung der Innervation des Herzens müssen wir die Nerven des Herzens, ihren Ursprung und die das Herz regulirenden Nervencentren einer genauen Erwägung unterziehen. Schon Cleantes (300 v. Chr.) kannte die Eigenschaft, dass das Herz, aus dem Thiere ausgeschnitten sich noch contrahire. Die Herzen der Kaltblüter schlagen längere, die der Warmblüter kürzere Zeit (vgl. die Beobachtungen von Panum und Vulpian, S. 294). Ebenso sind Versuche an Gestorbenen und Justificirten (in Ungarn von Margó) darüber angestellt worden, wie lange die Herzaction nach dem Tode fortdauert, und fand man, dass sowohl nach normalem Absterben, als nach Hinrichtung das Herz noch mehrere Secunden lang schlägt. Es deutet dies darauf, dass im Herzen Contractionen desselben bedingende Nervencentren vorhanden sein müssen. Da jedoch das Herz aus seiner Verbindung gelöst, nach einer gewissen Zeit die Function einstellt, so darf mit Recht weiter geschlossen werden, dass ausserdem ein höheres Innervationscentrum vorhanden sein müsse, welches die Herzfunction anregt. Aus den interessanten Experimenten von Stannius konnte man mit Wahrscheinlichkeit in der Herzmuskulatur des Frosches, sowohl Reizungen als Hemmungscentren, als auch deren Sitz constatiren.

Das Experiment von Stannius besteht in Folgendem: dass ein Froschherz über dem Hohlvenensinus (an der Einmündungsstelle der grossen Gefässe) entweder abgebunden, oder abgeschnitten wird. Darauf hört nun das Herz in der Diastole zu functioniren auf, der Venensinus pulsirt allein weiter; woraus der Schluss gestattet wäre, dass die Reizungsnervencentren in grösster Zahl und an dieser Stelle des Froschherzens belegen sind, und das Herz wegen des Abbindens derselben seine Function eingestellt habe. Wird dasselbe Herz bei einem zweiten Versuche an der Grenze der Scheidewand der Ventrikel abgebunden, so fängt der Ventrikel auf's Neue zu schlagen an, während die Vorhöfe in Ruhe verharren. Daraus könnte geschlossen werden, dass in den Wandungen der Vorhöfe gleichfalls Centren, und zwar an den Unterbindungsstellen die Hemmungscentren sich befinden, durch deren Unterbindung das Herz von der Hemmungswirkung befreit, nun mehr durch das Uebergewicht der Reizungscentren beeinflusst wird. Beim dritten Versuche unterbindet man die Ventrikelvorhof-Scheidewand, worauf der Ventrikel seine Function sistirt, die Vorhöfe mit dem kleinen Ventrikeltheile ober der Ligatur zusammen, oder aber nur allein weiter functioniren. Daraus folgt, dass hier abermals Hemmungscentren unterbunden wurden, weswegen die oberen Abschnitte des Herzens thätig sind, während der

Ventrikel, weder im Besitze von Reizungscentren, noch Nerven, nicht weiter functioniren kann.

Descartes beobachtete bereits 1644, dass wenn er das Froschherz in der Vorhofventrikelfurche abgebunden oder abgeschnitten hatte, sich dann sowohl der Sinus, als die Vorhöfe bewegten; der Ventrikel jedoch in Ruhe verharrte. Rosenberg constatirte ferner 1850, dass wenn der untere Rand der Vorhöfe am Ventrikel beim Abschneiden übrig gelassen wird, sich der Ventrikel noch contrahire. Aehnlich ausgeführte Experimente mit mehr minder günstigem Resultate liegen ausserdem in ziemlicher Anzahl vor.

Hingegen sprechen die Untersuchungen Ludwig's und seiner Schüler für eine andere Erklärungsweise des Stannius'schen Versuches. Diese behaupten, dass wenn Stannius die Einmündungsstelle der Venen unterband, die Aufhebung der Herzfunction nicht zufolge des Unterbindens der Reizungscentren zu Stande kam; sondern dadurch, dass das Herz nicht mehr mit Blut gespeist wurde. Von Anderen wieder wurden wieder Erklärungsgründe für das Stannius'sche Experiment angezogen. — Nach Aubert wären die Ganglien des venösen Sinus auf anatomischer Basis nicht sichergestellt; und in der That contrahirt sich die abgeschnittene Herzspitze (Bowditsch), obschon darin weder Nerven noch Ganglien nachweisbar sind; demnach wäre das Nervensystem zur rhythmischen Contraction entbehrlich. Engelmann wies ferner nach, dass Herzabschnitte (ebenso der Urether), welche noch mit nervenlosen Brückenabschnitten in Verbindung stehen, bei mechanischer, oder electrischer Reizung in Bewegung versetzt werden können, und zwar in der Folge, dass nach der Contraction des einen Theiles die des andern erfolgt, was nach Engelmann für die Fortpflanzung des Reizes von Zelle zu Zelle ohne jede Nervenintervention sprechen würde.

Auf die im Herzmuskel eingelagerten Nervencentren sind sowohl mechanische, chemische, electrische und thermische Reize, als auch verschiedene Gase vom Einflusse.

Bei mechanischen Reizen kann beobachtet werden, dass das ausgeschnittene und stillstehende Herz bei der Berührung mit irgend einem Gegenstande (Nadel) eine einmalige Contraction ausführt. Der Umstand, dass bei höherem Blutdrucke der Puls ein frequenter ist, kann ebenfalls als mechanischer Reiz durch den auf die Gefässwandungen ausgeübten, grössern Druck gedeutet werden. — Interessant ist ferner die Beobachtung von Heidenhain, dass bei übermässigem, intracardialem Drucke die Herzschläge wegen Ueberreizung unordentlich, ja retardirt werden können. —

Jeder mittelstarke electrische Reiz, sowohl der constante —, der unterbrochene —, als auch der Inductionsstrom beeinflusst das Herz. Der constante Strom bescheunigt die Herzschläge; nach Ludwig und Hoffa bringen starke constante oder tetanisirende Inductionsströme das Herz in tetanische Contractionen.

Der bereits contrahirte Vorhof, oder Ventrikel wird durch electrische Reize wenig alterirt; der in Diastole befindliche tritt alsbald in energisches Contractionsstadium.

Bei der Anwendung thermischer Reize ist constatirt, dass ein auf 4°—0° C abgekühltes, ausgeschnittenes Froschherz zu arbeiten aufhört (Cyon); über 4° C erwärmt steigert sich seine Function, wird aber über einen bestimmten Grad hinaus immer

retardirter, und steht bei 40° C still, da hiebei Gerinnung der Muskelalbumine und das Protoplasma der Ganglienzellen eintritt; wird dann aber das Herz wieder abgekühlt, so erwiesen unsere zahlreichen Versuche, dass es seine Thätigkeit wieder aufzunehmen vermag. Zu diesem Behufe wird das aufgeschnittene Herz auf einer Glasplatte über der Weingeistlampe langsam erwärmt. Hat dasselbe nach Steigerung seiner Contraction endlich zu schlagen aufgehört, so wird es bei Seite gestellt, und man bemerkt, dass mit Eintritt der Abkühlung die Contractionen wieder beginnen.

Beim Demonstriren der Herzaction durch Projection auf eine Wand (s. Fig. 95) schlägt dasselbe bei Anwendung von electrischer Beleuchtung immer rascher, bis es durch die electrische Wärme erhitzt in Tetanus verfällt und stille steht, doch nur dann, wenn das electrische Licht nicht durch Wasser geseiht wurde.

Das Herz des Aales schlägt erwärmt rascher, welchen Befund schon Descartes 1644 bekannt gab. Alex. v. Humboldt beobachtete 12 bis 40 Herzschläge in der Minute am, in laue Flüssigkeiten versenkten Froschherzen. Bei 25° C. hört das abgebundene und in Wasser getauchte Froschherz zu schlagen auf, doch fängt dasselbe einem 38° C. Wasser entnommen nach Landois wieder zu schlagen an. Kielmeyer machte 1793 die Beobachtung, dass bei sinkender Temperatur die Herzthätigkeit verlangsamt wird, und Ludwig constatirte dasselbe für ein zwischen zwei Uhrengläsern auf Eis gestelltes Froschherz.

Die chemischen Reize, in die inneren Räume des Herzens gebracht, üben je nach ihrer Concentration verschiedene Wirkungen aus. Man kann solche am Froschherzen sehr gut mit dem Kronecker-Ludwig-Bowditsch'schen „Froschherzapparate" studiren.

Dieser besteht im Wesentlichen aus einer trichterartigen Glasröhre, welche in die zum Herzen führende Vene eingebunden und mit der zum Experiment dienenden Flüssigkeit angefüllt wird. Ein kleines, halb mit Quecksilber gefülltes Manometer wird durch den Bulbus arteriosus in den linken Ventrikel eingebunden. Das freie Ende des U-förmigen Manometers trägt einen Schwimmer (ausgezogenen Glasfaden), dessen Spitze auf einer drehbaren und berussten Trommel die Curven, während ein Chronograph ebendarauf die Zeit verzeichnet. Die Höhe der Curven gibt die Energie der Contractionen, die Abstände der Curvenschenkel hingegen deren Zeitdauer an.

Unter den chemischen Reizen nimmt das, die Herzganglien beeinflussende Blut den ersten Platz ein. Ein mit oxydirtem arteriellen Blute gefülltes Herz schlägt länger, als ein mit venösem Blute versorgtes. Wird blos Serum, oder von Blutkörperchen befreites Blut statt reinem in's Herz geleitet, so schlägt dieses langsamer.

Die Herzaction erlischt ohne Blutzufuhr sehr rasch; hier ist es das Oxyhämoglobin, welches den Reiz auf die Herzganglien ausübt. Die angeführten Angaben erfuhren eine Bestätigung auch nach, mit dem oben erwähnten Froschherzapparate ausgeführten graphischen Darstellungen bei Zufuhr von kohlensaurem und oxygenhaltigem Blute in das Herz, durch F. Klug.

Ausser dem Blute sind ferner auf das Herz sämmtliche in die Blutbahn aufgenommene Substanzen vom Einflusse, so diverse Salze, Gifte, gasartige Stoffe u. s. f.; dieselben beeinflussen direct auch das ausgeschnittene Herz. Das Froschherz schlägt in reinem Oxygen bis zu 12 Stunden; in gewöhnlicher Atmosphäre sistirt es seine Bewegungen zumeist nach 3—4 Stunden. Die Herzactionen werden durch mehrere Gase sistirt; sei es, dass sie das Herz seines Oxygens berauben (wie das H und N, in welchen der Herzschlag nach 1 Stunde aufhört), und wobei sie auf's Herz nicht direct positiv vergiftend wirken; oder aber durch die direct giftige Wirkung, wenngleich sie Oxygen enthalten; wie die Kohlensäure (CO_2), das Stickstoffoxydul (NO), die schwefelige Säure (SO_2) das Schwefelhydrogen (H_2S) und das Chlor (Cl). Diese wirken sämmtlich als Gifte auf die Nerven und Nervenganglien, und heben die Thätigkeit des Herzens in kürzester Frist auf. Einige Salze üben gleichfalls verschiedene Wirkungen aus; so befördern Kalisalze in kleinen Mengen die Herzaction; verlangsamen, und sistiren dieselbe bei Aufnahme in grösseren Mengen. Nach Grandeau und Bernard übt das Rubidium und die Natronsalze (obschon ihrer chemischen Natur nach den Kalisalzen nahestehend) keine derartige Wirkung aus. Galle (Budge), — auch die bei Icterus in's Blut resorbirte — und Gallensäuren (Röhrig) verlangsamen die Herzthätigkeit, weil durch letztere die rothen Blutkörperchen zerstört und gelöst werden. In diluirter Menge befördern sie jedoch — nach Landois — die Herzaction. Auf gleiche Weise wirken die meisten organischen Säuren, z. B. Citronen-, Weinstein- und ebenso Phosphorsäure (Leyden, Munk).

Chloroform und Aether (auf die Innenfläche des Herzens gebracht) retardiren die Herzcontractionen, und können dieselbe in Lähmung überführen (Landois); diluirtes Opium, Strychnin und Alkohol beschleunigen die Herzaction; in concentrirter Lösung führen sie rasch Stillstand herbei. Ausserdem wirken einige Gifte nicht allein durch Umwandlung des Blutes, sondern alteriren entweder das Gehirn, oder wirken direct auf die Herzsubstanz und zwar rasch (Herzgifte); so diejenigen, welche bereits in kleinen Mengen die Herzaction verlangsamen, in grösseren jedoch dieselbe steigern, z. B. das Digitalin, Morphium, Nicotin, Extract der Calabarbohne, Chloral und Muscarin.

Die Untersuchungen Traube's ergaben, dass durch diese Substanzen die Herzaction bei gleichzeitiger Erhöhung des Blutdruckes retardirt wird; später sinkt aber der letztere und vereinigt sich im Endstadium mit sehr frequentem Pulse zu abnormen Blutdruckverhältnissen.

Einige der Gifte wirken den genannten gegenüber, als Antagonisten, vermehren anfänglich die Herzcontractionen und

retardiren sie erst später; so das Atropin, das Upasgift, Veratrin und Campher. Auffällig ist es, dass wenn bei einem Thiere die Herzaction auf Muscarin in der Diastole aufhört (Schmiedberg), die Darreichung von Atropin, oder Daturin die Wirkung des Muscarins aufhebt. Nach Boehm paralysirt das Digitalin ebenfalls die retardirende Eigenschaft vom Muscarin. Dass diese Substanzen in der That auf die Herznerven und Ganglien einwirken, kann dadurch nachgewiesen werden, dass sie nicht nur bei Injection in das Blut oder Herz, sondern auch auf das ausgeschnittene Herz angewendet, denselben Effect ausüben.

Centrale Innervation des Herzens.

Die Nerven des Herzens.

Die Nerven des Herzens entspringen aus dem Herzgeflechte (Plexus cardiacus). Dieses wird, der Zusammenstellung von Landois folgend, durch nachstehende Nerven zusammengesetzt:

1. Die Herzäste (Rami cardiaci) des Stammes vom Nervus vagus: ein Ast aus dem äussern Aste des aus dem Vagus entspringenden obern Kehlkopfnerven (N. laryngeus superior), und mehrere Aeste aus dem untern Kehlkopfnerven, und dem Lungengeflechte des Vagus (Plexus pulmonalis vagi); 2. die Herz-, oberen, mittleren, unteren und untersten Aeste (Ramus cardiacus superior, medius, inferior et infimus) des Sympathicus und aus den drei Hals- und dem ersten Brustganglion entstammenden Aesten; 3. aus dem herabsteigenden Aste des Unterzungennerven (Ramus descendens nervi hypoglossi), der nach Luschka aus dem obern Halsganglion entspringt.

Aus dem Plexus gehen nun oberflächliche und tiefliegende Zweige ab (jene bilden Ganglien bei der Theilungsstelle der Lungenarterie); es sind:

a) Das rechte und linke Kranzgeflecht (Plexus coronarius dexter et sinister), die vasomotorischen Nerven enthaltend; gibt sensible Fasern an das Pericard ab (?).

b) Die in der Herzsubstanz und deren Furchen mit Ganglien versehenen Aeste (Remak 1844), welche als die automatisch-motorischen Centren des Herzens angesprochen werden. Ein zweiter, an Ganglienzellen reicher Nervenring findet sich am Rande der Vorhöfe, ein dritter wieder an der Vorhofventrikelgrenze. Wo beide zusammenstossen, tauschen sie gegenseitig Fasern aus. Bei Säugethieren werden beide grösseren Ganglien an der Einmündungsstelle der obern Hohlvene angetroffen.

Bei den Vögeln sind die grössten (aus vielen Tausenden von Ganglienzellen gebildeten) Knoten am Kreuzungspunkte des Sulcus longitudinalis und transversalis belegen. Aus diesen mit Ganglien durchsetzten Nervenringen entspringen Fasern, die feine, sich zwischen die Muskeln der Vorhöfe und Ventrikel einbohrende Zweigchen absetzen, auf welchen wieder Ganglien aufsitzen.

Neben den Vagusfasern enthält das Froschherz einen grossen Ganglienhaufen (Remak's Ganglienhaufen) in der Wand des Hohlvenensinus. Von hier aus verzweigen sich die Vagusfasern als vordere und hintere Scheidewandäste, von denen jeder an der Vorhofventrikelgrenze ein Ganglion — die Ventrikelganglien (Ganglionhaufen Bidder's) — besitzt.

Die von hier entspringenden Nerven sind nicht weiter zu verfolgen, da der grösste Theil der Ventrikel ohne Nerven ist. Bei der Katze kommen

Abweichungen bezüglich des Vagus- und Sympathicusverlaufes vor. Beim Hunde verläuft der Vagus und Sympathicus (auch der N. depressor) in einer gemeinsamen Scheide; Schiff benannte diesen als „Vagosympathicus". Unwesentliche Abweichungen kommen, wie diess Bischoff constatirte, auch bei den übrigen Säugethieren, Vögeln, Reptilien und Fischen vor. Zum Froschherzen geht blos der Vagus und zwar von jeder Seite aus je ein Ast, die sich beide bis zur Vereinigungsstelle der Jugularvenen erstrecken, und dort Ganglien und Plexus bilden. Zum Vagus gehen jedoch auch Sympathicusfasern, und zwar in dessen Ganglion unter der Ursprungsstelle am untern Ende der Medulla oblongata, wo er die Schädelhöhle verlässt.

Der N. accessorius Willisii, der aus dem Drosseladerloch (Foramen jugulare) hervortritt, vereinigt sich mit den Vagusfasern in gemeinsamer Scheide, und gibt an den Vagus die das Herz beeinflussenden Fasern ab.

Einfluss der Vagusnerven auf das Herz.

A) Veränderungen bei Durchschneidung der Vagusnerven.

Wird der eine Halsvagus durchgeschnitten, so bleibt der Herzschlag unverändert (Aubert). Nach Durchtrennung der beiderseitigen Vagi tritt nach Aubert nicht jedesmal Veränderung des Herzschlages ein; es erfolgt manchmal Beschleunigung, manchmal Verzögerung desselben.

Beim Frosche beobachteten Rudge, Einbrodt, Bezold und Moreau nach beiderseitiger, Funke, Bidder und Rosenthal nach einseitiger Durchtrennung des Vagus Beschleunigung. Bei Schildkröten fand Luigi Fasce und Vincenzo Abbate keinerlei Veränderung; Hoffmann beim Karpfen jedoch beschleunigte Herzthätigkeit.

Bei Vögeln constatirte Einbrodt — und ähnlich auch Eichhorst — Beschleunigung nach einseitiger Durchtrennung.

Reizt man den peripheren (zum Herzen gehenden) Vagusstumpf durch den elektrischen Strom, so werden die Herzschläge retardirt, und bleibt das Herz nach kurzer Zeit in der Diastole stehen; nimmt jedoch seine Function mit Einstellung des Reizes wieder auf. Man kann ferner beobachten, dass die Wirkung eines auf den Nerven hingeleiteten Stromes sich erst nach 1—2 Herzschlägen, somit nach einer gewissen kurzen Frist bemerkbar macht; ebenso dauert — auch wenn die Stromleitung sistirt wurde — die Nachwirkung durch eine bestimmte Zeit fort und geht die normale Herzfunction erst nach Ablauf dieser wieder an (Ludwig und Hoffa). Es ist somit nothwendig, dass bezüglich des Nervenreizes sich der Vagus in einem gewissen Tonus befinde. Nach Durchtrennung der Vagi und des Sympathicus konnte R. Wagner ebenso Bernstein beim Kaninchen, eine Beschleunigung constatiren.

Landois fand bei Kaninchen, deren Pulse bei unzureichender Athmung verlangsamt waren, energische Herzbeschleunigung nach Durchschneidung der Vagi auftreten; hingegen blieb bei kräftig

eingeleiteter künstlicher Athmung der vorhandene frequente Puls unverändert. Gleichen Einfluss der Athmung beobachteten Traube und Thiry an Hunden, und verzeichneten Beide diese Verhältnisse mittelst des Kymographion. Andererseits sahen Moleschott, Kohts und Tiegel an Kaninchen nach Vagus-Durchtrennung Verlangsamung eintreten. Zu derselben Erfahrung gelangte in mehreren Fällen auch der Verfasser (auch ohne Veränderung der Athmung); gleiches fanden die erwähnten Experimentatoren ebenfalls nach Ligatur der Vagi. Druck auf den Vagus ergab dem Verfasser, sowohl beim Menschen, als bei Thieren dasselbe Resultat (die Pulsveränderung und deren graphische Darstellung s. weiter unten).

Die Vaguswirkung (Vagusphänomen) tritt sowohl bei einseitiger, als beiderseitiger Vagusreizung ein, doch kann in einzelnen Fällen auch Beschleunigung der Herzschläge vorkommen; in diesem Falle müsste die Annahme gelten, dass der Vagus in seinem Verlaufe auch motorisch-accelerirende Fasern führt.

Die Gebrüder Ernst und Eduard Weber (1846) waren die Ersten, die nach Reizung des Vagus mittelst elektromagnetischen Rotationsapparates den Stillstand des Herzens in der Diastole bemerkten. Unabhängig von Beiden machte Budge am Froschherzen dieselbe Wahrnehmung; und vor Weber hatte bereits Volkmann (1838) mittelst des Stromes einer galvanischen Kette, bei Reizung des Vagus vom Frosche eine bedeutende Verlangsamung der Herzschläge beobachtet.

Nun behaupteten die Brüder Weber nach vielfachen an Fischen, Fröschen, Vögeln und Säugern angestellten Versuchen, dass die bereits bekannten Erscheinungen blos auf beiderseitige Vagusreizung eintreten, wogegen Budge an Fröschen beobachtete, dass diese auch bei einseitiger Vagusreizung dieselben Veränderungen darbieten, bis Hoffa und Ludwig auf Grund zahlreicher Experimente dem Satze der Wirkung nach bereits einseitiger Reizung allgemeine Geltung verschafften.

Henle fand dieselbe Wirkung nach linksseitiger Vagusreizung an Geköpften bestätigt.

Das „Vagusphänomen" dauert bei Reizungen von Säugethieren oft nur Secunden, bei Fröschen, Schlangen und Schildkröten (Kaltblütern) oft minutenlang. So beobachtete Mayer an der Natter (Tropidonotus natrix) durch 12′, 17′, 21′, sogar bis 1° 6′ und in einem Falle, wo abwechselnd der rechte, dann der linke Vagus gereizt wurde, bis 1° 49′ Herzstillstand. Dass die Wirkung nach Reizung des Vagus erst nach einer gewissen Frist erfolge, beobachtete zuerst Pflüger. Diese „latente Reizungsfrist" beträgt nach Donders etwa 1/6 Minute.

Vergiftete Thiere zeigen übrigens über Reizung des Vagus andere Resultate. Nach Atropinvergiftung, wie diess Schiff

und Andere an Thieren erwiesen; wird bei Vagusreizung die Herzthätigkeit beschleunigt, ebendasselbe erfolgt bei Vergiftung mittelst Nicotin. Schliesslich constatirte Wundt, dass an curarisirten Fröschen auf Vagusreizung in einem gewissen Stadium, Herzbeschleunigung auftritt.

Chemische und mechanische Reizung der Vagusnerven.

Chemische Reize (mit Kochsalz zuerst von Eckhardt ausgeführt) bringen bei Reizung des Vagus ähnliche Effecte, wie die elektrische Reizung hervor; doch sah Einbrodt an Vögeln auf Kochsalz nur eine Verlangsamung der Herzaction, aber keine Herzpause eintreten. Ebenso wird der Vagus durch mechanische Reize beeinflusst; Moleschott u. A. nahmen den Eintritt der Beschleunigung bei diesen, als auch schwachen elektrischen Reizen wahr.

Heidenhain konnte bei Reizung des Vagus an Hunden und Kaninchen, mittelst seines Tetanomotors*) eine Herzpause von 35 Secunden langer Dauer hervorrufen; dasselbe beobachtete auch Pflüger. Czermak übte einen Druck durch eine kleine Geschwulst mit seinem Finger auf den eigenen Vagus aus und signalisirte das Ausbleiben der Pulse durch eine elektrische Klingel; ähnliches beobachteten nach graphischen Aufzeichnungen unabhängig von einander, zu derselben Zeit Quincke, Thanhoffer, später Wasilewszky und Concato bei einseitiger Vaguscompression. Thanhoffer stellte ausserdem beiderseitige Vagusdruck-Reizungsversuche am Menschen und an Hunden an, von denen er auch sphygmographische Aufnahmen entnahm.

In Fig. 108 sind die Veränderungen an der Pulscurve bei Compression des Vagus am Menschen, dargestellt, und bedeutet an der unter I gezeichneten Doppelcurvenreihe: *r—r* die vor der Compression aufgenommene Pulscurve, die mit *v—v* bezeichnete punktirte Linie die Pulscurve während der Compression. An der Curvenreihe II ist es augenfällig, wie die Veränderung zu Beginn der Compression noch nicht eintritt, sondern erst eine normale Pulscurve (*l*) (latentes Reizungsstadium) entsteht, erst im weitern Verlaufe bildet sich die Vaguspulscurve (*v*) aus, bei welcher zwei Herzschläge ausfallen; wichtig ist ferner der Umstand, dass — wie zahlreiche Versuche lehren — nach Aufhören des Druckes noch eine Nachwirkung (*u*) übrig bleibt und die Curven erst nach einer gewissen Frist zur Norm zurückkehren. Die welligen Linien bei III zeigen in der obern Linie (bei *r—r*) den nor-

*) Elektrischer Apparat, der auf elektromagnetische Art hintereinander rasch folgende Schläge auf den Nerven ausführt. Der Name Tetanomotor rührt daher, weil er, auf motorische Nerven applicirt, die entsprechenden Muskeln in tetanische Contraction versetzt.

malen Radialispuls vor der Compression; die darunter belegene hingegen ist bei rechtsseitiger Vagusreizung desselben Individuums aufgenommen (beide waren auf einer Platte rasch hintereinander verzeichnet worden).

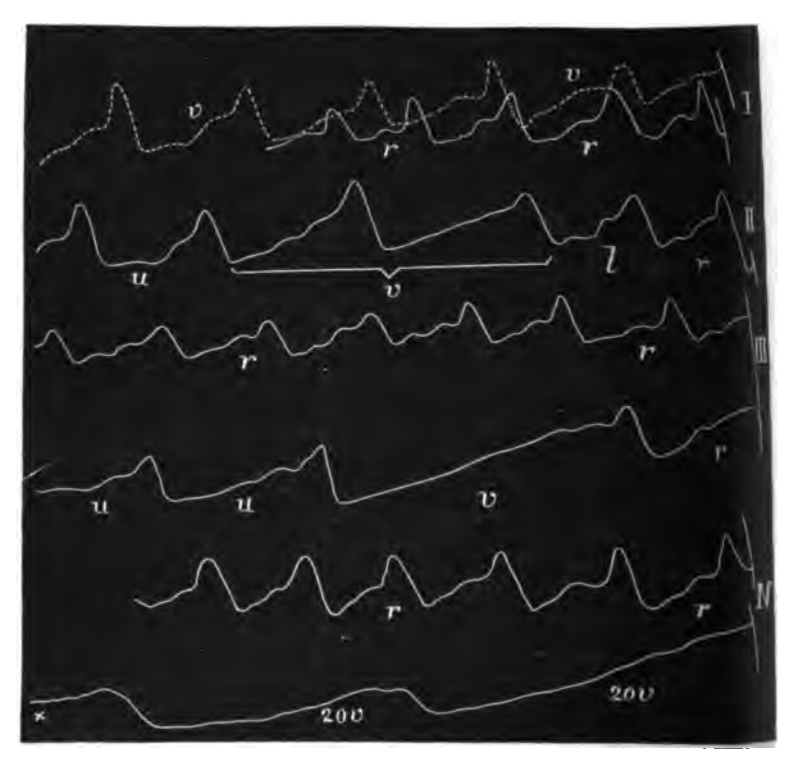


Fig. 108. Wirkung der mechanischen ein- und beiderseitigen Vagusreizung auf den Puls beim Menschen. I = Wirkung der linksseitigen Vagusreizung; *r* = (Radialispuls) normale Curve; *v* = Curve bei Vagusreizung. II = Wirkung bei stärkerer Compression des Vagus derselben Seite; *r* = normale Curve; *l* = latentes Reizungsstadium; *v* = Vaguswirkung; *u* = Nachwirkung. III = *r*—*r* = normale (obere) Pulscurve, nach deren Aufnahme der eine Vagus durch starke Compression gereizt wurde und dann die untere Curve ergab, bei welcher *r* = das Ende der normalen, *v* = die Vaguscurve, *u* = die Nachwirkung bedeutet. IV = Wirkung der beiderseitigen Vagusreizung (*2ov*) auf den Puls.

Hier bedeutet *r* gleichfalls die normale Curve, nach welcher (latentes Reizungsstadium) beinahe 4 Herzcontractionen (*v*) ausbleiben. Wegen eingetretener Dyspnoë musste mit der Compression ausgesetzt werden; die Nachwirkung (*u*) ist auf der Curve deutlich sichtbar. Die IV. Linie (20*v*) zeigt die (perniciöse) Wirkung der beiderseitigen Vaguscomprimirung, nach seltenen Herzschlägen bleibt der Puls (bei ×) ganz aus; das Individuum wurde besinnungslos und selbst nach zwei Stunden der Erholung zeigte es irregulären Puls, Kopfschmerz, Schüttelfrost; den Tag über

fortdauernde *Ueblichkeiten* und selbst den zweiten Tag darauf gänzlichen *Appetitmangel**). Die Untersuchungen von Quincke

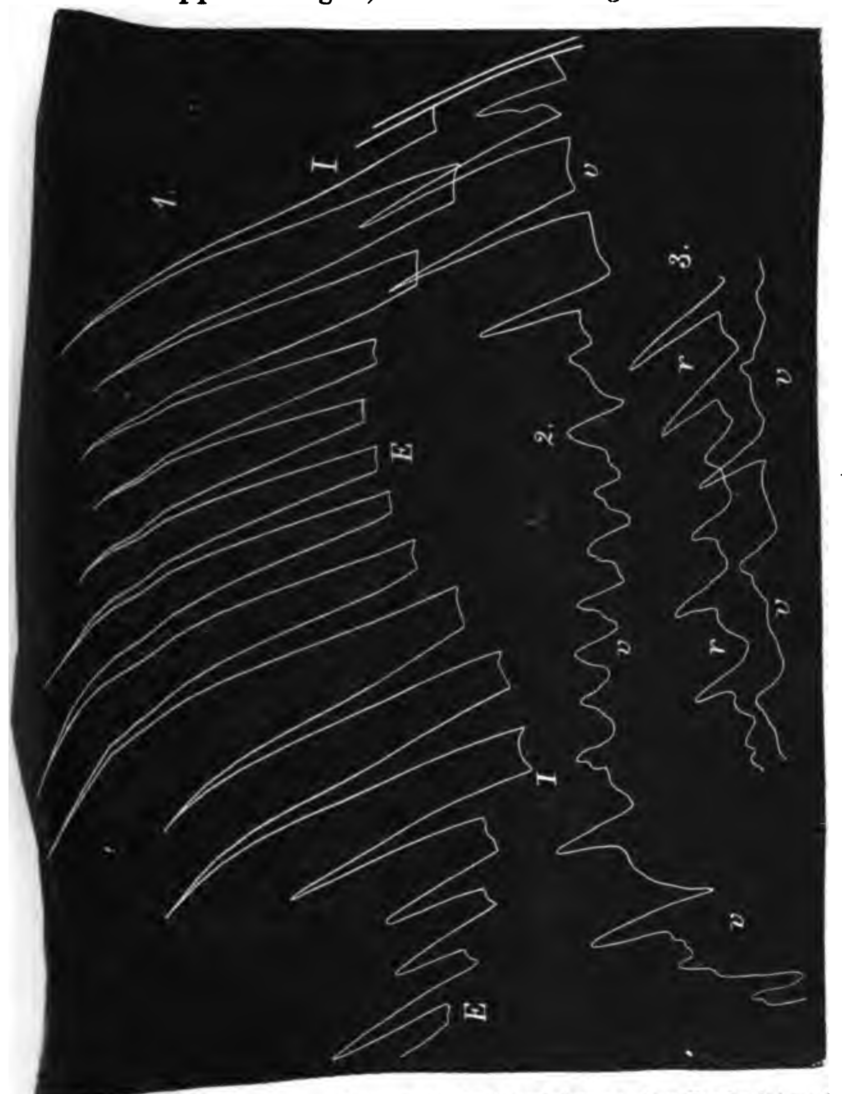


Fig. 109. Veränderungen der Pulscurve von der Schenkelarterie eines Hundes bei mechanischer Reizung des Vagus, wobei I = Inspiration, *E* = Exspiration; *r* = normale, *v* = Vaguscurve.

---

*) Wir verweisen bezüglich dieses, in der Literatur als ersten beobachteten Falles auf das Centralbl. f. med. Wiss. 1876 und Orvosi hetilap (ungarisch), ferner die bereits 1879 erschienene Abhandlung „Vom Pulse“ in der Akad. d. Wissenschaft (ungarisch).

und Thanhoffer fanden durch Wasilewszky weitere Bestätigung und Erweiterungen.

Die auf Fig. 109 gezeichneten Curven entstammen der Schenkelarterie eines Hundes bei mechanischer Reizung (Compression, Kneifen) des linksseitigen Vagus; wobei $I =$ Inspiration, $E =$ Exspiration, $r =$ die normale, $v =$ Vaguscurve bedeutet.

Bemerkenswerth ist bei Vagusreizungen der Umstand, dass sowohl beim Menschen, als Thieren die beiderseitige Vaguswirkung auf gleiche Reizungsgrade eine verschieden intensive ist. So fand Meyer bei linksseitiger Reizung des Vagus von Emys lutaria (Schildkröte) zumeist keinerlei Alteration der Herzthätigkeit. Reizung derselben Intensität rechterseits angebracht, führte Herzstillstand herbei; an zwei Exemplaren desselben Versuchthieres

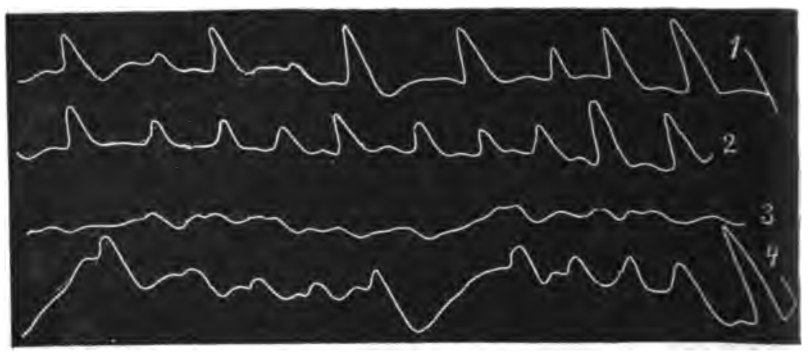


Fig. 110. Irreguläre Pulscurven nach einseitiger, mechanischer Vagusreizung von der Schenkelarterie eines Hundes.

kam Verlangsamung der Herzfunction bei linksseitiger Vagusreizung zu Stande. Bei anderen Schildkröten zeigten beide Vagi gleiche Wirkung. Dasselbe führen Masoni, Arloing und Tripier für das Kaninchen, Hunde und Tauben an; doch wurde dem von Langendorff widersprochen; des Verfassers Versuche an Hunden sprechen für die Annahme der ersteren; doch muss hier noch der Umstand Erwähnung finden, dass an manchen Hunden auf mechanischen Reiz kein einziger Vagus im grössern Maassstabe reagirt. Zum Schluss mögen die von der rechten Schenkelarterie des Hundes entnommenen, nach mechanischer Vagusreizung entstandenen irregulären Pulscurven Platz finden, die ohne weitere Erklärung verständlich erscheinen (Fig. 110).

Hemmungsfasern des Vagus und Verhältniss desselben zum Herzen.

Waller constatirte durch ein interessantes Experiment im Jahre 1856, dass der N. vagus seine Hemmungsfasern aus dem

N. accessorius Willisii beziehe. Beide Nerven haben vom Foramen jugulare gemeinsamen Verlauf. Als nun Waller die Accessoriuswurzel im Foramen jugulare exstirpirte, fand er nach 8—10 Tagen beim überlebenden Thiere den N. accessorius derartig degenerirt, dass, wenn er nunmehr den Vagus der operirten Seite herauspräparirt und mittelst Elektricität gereizt hatte, die Herzfunctionen unalterirt blieben; hingegen die Reize die bereits beschriebenen Vaguserscheinungen auf der intact gebliebenen Seite ergaben. Nicht unerwähnt darf jedoch gelassen werden, dass: wenngleich Waller's interessante Ergebnisse auch von Andern bestätigt und unsere Kenntnisse dadurch erweitert wurden, Gianuzzi zu ganz gegentheiligen Resultaten gelangend, nach Exstirpation des Accessorius und Reizung des Vagus Verlangsamung der Herzschläge beobachtete.

Seit langer Zeit nahmen die Physiologen die (weder anatomisch, noch physiologisch erhärtete) Hypothese als Thatsache an, dass die Vagusfasern mit den Herzganglien in Verbindung stehen. Wenngleich zahlreiche Daten für die Richtigkeit dieser Annahme sprechen, so weisen andererseits einzelne Experimente darauf hin, dass der Vagus mit der Herzmuskulatur in directem Contacte sei. So beobachtete Eckhard, dass — trotz Durchschneidung beider Nerven an der Vorhofscheidewand — auf Reizung der zum Herz führenden Vagi, dennoch die Vagusphänomene eintraten; was darauf deutet, dass der Vagus auch auf anderem Wege und zwar nicht allein durch die Ganglien, sondern auch durch die Herzmuskulatur Reize auslöst.

Coats führte weiters interessante Experimente aus, welche ergaben, dass die Vagusreizung nicht allein die Schläge am Froschherzen alterirt, sondern dass auch die Intensität derselben (wie er aus den mittelst Manometer entnommenen Herzcurven entnahm) geändert wird; als Beweis dafür, dass der Nervenreiz nicht allein auf die Ganglien, sondern auch direct auf die Muskeln erfolgt, welche letztere nur auf die Frequenz der Herzschläge von Einfluss sind. Ebenso beobachtete Verfasser bei ausgeführten Vagusreizungen, dass die Pulscurven sich zumeist beim Menschen viel kräftiger enwickelten, wenn Vagusreizung vorlag. Doch sprechen noch andere — an dieser Stelle nicht weiter ausführbare — Beobachtungen für ein vorhandenes Verhältniss des Vagus zu der Herzmuskulatur. So versucht F. Klug aus seinen und den histologischen Arbeiten von Szentkirályi nachzuweisen*), dass die Herzganglien blos unipolare Zellen sind, was (für den Frosch wenigstens) dafür spräche, dass der Vagus mit den Herzganglien

*) E. Regéczi-Nagy widerspricht diesem in „Orvosi Szemle 1881.“ (ungarisch).

nicht verbunden sei, und versucht er seine diessbezüglichen Angaben durch neuerer Zeit ausgeführte Degenerationsexperimente nach Vagusdurchtrennungen zu unterstützen.

Vagusreizungsversuche, die Verfasser in letzter Zeit in Gemeinschaft mit seinem Präparator Herrn F. Flesch an 12·5 Cm. langen Hundeembryonen ausgeführt, legten dar, dass blos starke Inductionsströme, Herzpausen von kurzer Dauer in seltenen Fällen hervorrufen; in der Mehrzahl bleibt die Vagusreizung erfolglos. (Die Embryonen wurden $^1/_2$ Stunde nach Tödtung des Mutterthieres untersucht; die Herzfunction derselben dauerte etwa 2 Stunden.)

Die Wirkung des Nervus sympathicus auf das Herz.

Wird der Halssympathicus*) des Kaninchens durchschnitten, so erfolgt entweder keine, oder eine inconstante Wirkung auf die Herzschläge. Diese Beobachtung machten Weber, Budge, Ludwig, Weinmann, Heidenhain und Bezold. Letzterer sah übrigens in einem Falle Beschleunigung, im anderen Verlangsamung; hingegen Wagner nur Beschleunigung. Die Resultate zahlreicher Versuche des Verfassers nach Sympathicus-Durchtrennung lauten stets inconstant, oder negativ.

Ebensowenig constant ist die Wirkung bei Reizungen. Ludwig und Weinmann konnten bei Reizung des peripheren Stumpfes keinerlei Wirkung wahrnehmen, ebensowenig gelang es Verfasser, bei einseitiger elektrischer Reizung (wobei zu bemerken, dass stets bei seinen Versuchen der Vagus derselben, oder der entgegengesetzten Seite durchtrennt war) eine sicher zu constatirende Wahrnehmung zu machen. Wagner beobachtete Verlangsamung der Herzschläge, Moleschott und Nauwerk bei schwachen Strömen Beschleunigung, bei starken Verlangsamung; Bezold einmal Beschleunigung, dann wieder Verlangsamung.

Der herzbeschleunigende Nerv (Nervus accelerans cordis).

Bei Reizung des, unter dem untersten Halsganglion zum Herzen führenden Nervenabschnittes (der Fasern des Ganglion thoracicum primum, und des Abschnittes, welcher das Ganglion cervicale infimum verbindet, nebst den zum Vagus führenden und von da zum Herzen abgegebenen Nerven) werden die Herzschläge beschleunigt, ohne dass jedoch der Blutdruck geringer

*) Den Halssympathicus, oder den das Ganglion cervicale supremum und das Gangl. cervic. infimum verbindenden Theil wollen wir in Uebereinstimmung mit anderen Autoren einfach „Sympathicus" benennen.

würde. Die accelerirenden Nerven kommen aus dem Rückenmarke zum G. thoracicum primum, und sind somit wahrscheinlich Rückenmarksnerven. Das latente Reizungsstadium tritt auch bei Reizung dieser Nerven auf und ebenso eine lange Nachwirkung des Impulses. Eingehende Untersuchungen des accelerirenden Nerven an Hunden verdanken wir Schmiedeberg, der hauptsächlich das erste Brustganglion und die das unterste Halsganglion verbindenden Nerven als „N. accelerans cordis" ansprach. Ferner lehrten weitere Untersuchungen, dass der Vagus den Sympathicus nicht beeinflusst und umgekehrt; und versuchten Bowditsch und Baxt den Nachweis zu liefern, dass sowohl der Sympathicus als der Vagus auf ganz verschiedene Gebilde im Herzen vom Einflusse sind. Ob der Sympathicus mit den im Herzen vorfindlichen Reizungsganglien in Verbindung steht, ist als wahrscheinlich anzunehmen; Gewissheit dafür liesse sich nur auf histologischer Grundlage erlangen.

Innervation des Herzens von den höheren (extracardialen) Centren.

A) Die Centren der Medulla oblongata.

Wird die Medulla oblongata (verlängertes Mark) zerstört, so tritt nach einer Zeit Herzstillstand ein. Diess beweist, dass ausser den automatischen intracardialen Centren im Herzen auch in der Medulla oblongata das Herz beeinflussende Centren vorhanden sein müssen. Wird das verlängerte Mark zwischen den Corpor. quadrigeminis und dem Calamus scriptorius mit dem tetanisirenden Strom gereizt, so bleibt das Herz in der Diastole stehen (von den Gebrüdern Weber zuerst beobachtet). Bei schwacher Reizung verlangsamen sich deren Schläge. Werden beide Vagi durchschnitten und danach die Medulla oblongata gereizt, so wird die Herzfunction beschleunigt.

Sensible Nerven wirken auf reflectorischem*) Wege durch den auf die Medulla oblongata übertragenen Impuls auf das Herz. Solche sind der Vagus, der Sympathicus, der N. splanchnicus und die Muskelnerven.

Die diessbezüglichen Experimente von Bezold an den Arm- und Sitzbeinnerven, den Rückenmarkswurzeln und den Hautnerven ausgeführt, ergaben an curarisirten Hunden und Kaninchen, bei doppelseitiger Durchschneidung des Vagus und Sympathicus eine mit Steigerung des Blutdruckes einhergehende Zunahme der Pulsfrequenz, bei unversehrtem Hirn und Rückenmarke; wurde jedoch das verlängerte Mark vom Gehirne, oder dem Rückenmarke abgetrennt, so blieb die Wirkung aus.

*) Unter reflectorischer Bewegung verstehen wir die, nach einer Empfindung eintretende unwillkürliche Bewegung.

Auf Reizung des centralen Vagusstumpfes nahm Bezold (an curarisirten Thieren mit doppelseitig durchtrennten Vagis) eine Beschleunigung der Herzschläge wahr; bei Exstirpation des Gehirnes jedoch Abnahme der Frequenz. Aubert und Röver fanden bei doppelseitiger Vagusdurchtrennung und Reizung eines centralen Stumpfes keine Veränderung; hingegen — bei vielen anderen Versuchen an Hunden nicht constant, an Kaninchen noch seltener — Verlangsamung und Herzpausen, wenn der eine Vagus unversehrt geblieben und der centrale Stumpf des andern gereizt wurde.

Interessant ist die Wahrnehmung von Ludwig und Einbrodt, dass bei stärkerer Füllung der Lungen mit Luft (bei höherem Drucke als 50 Mm.) und unversehrten Vagis, bedeutende Abnahme der Frequenz der Pulsschläge, ja sogar Herzpause eintrat; bei durchtrennten Vagis machte sich keinerlei Wirkung bemerkbar. —

Hering kam zu dem entgegengesetzten Resultate bei kleinerem Drucke (30 Hg. Mm.). Bei unseren sphygmographischen Aufnahmen ergab es sich öfters, dass bei tiefer, forcirter Inspiration dem Vaguspuls ähnliche Curven zum Vorschein kamen, die wir im Sinne von Ludwig und Einbrodt, als mit Vagusreizung in Verbindung stehend, zu erklären geneigt sind.

Die Reizung des centralen Stumpfes des Halssympathicus ergibt, nach Bernstein, eine Verlangsamung der Herzaction, wenn beide Vagi unversehrt sind. Hingegen konnten Stilling an Kaninchen, Bernhardt an Katzen, Röver an Kaninchen. Katzen und Lämmern keine Veränderung wahrnehmen. An Hunden kam nach Röver oft Beschleunigung vor; Navroczki's Reizungen des Sympathicus waren auf die Frequenz der Herzschläge von keinem Einflusse.

Wurde der undurchschnittene N. depressor (der den Blutdruck herabmindernde Nerv) an Kaninchen gereizt, so beobachteten Ludwig und Cyon eine hochgradige Abnahme der Frequenz der Herzschläge; ähnliches ergaben die Untersuchungen von Stilling, Röver und Thanhoffer (allein und mit Onodi an Hunden). Dasselbe kam nach übereinstimmender Angabe aller Experimentatoren bei Reizung des centralen Stumpfes des N. depressor vor; hingegen blieben Durchschneidungen der Vagi auf beiden Seiten ohne, oder nur unwesentliche Veränderung. Diese Wirkung wird von den Autoren aus dem vom N. depressor an die Medulla und von hier aus an den Vagus übertragenen reflectorischen Reize erklärt.

Auch der N. splanchnicus (Eingeweide-, Bauchnerv) leitet Reizungen aus den Centralorganen auf den Vagus über, welche sowohl bei Reizung der peripheren, als der centralen Stümpfe des N. splanchnicus eine Verlangsamung der Herzschläge ergeben.

Asp und Ludwig beobachteten bei Reizung der peripheren Aeste des N. splanchnicus an Hunden und Katzen — vor Durchtrennung der Vagi — eine bedeutende Verlangsamung der Herzschläge; nach Durchschneidung der Vagi war diese in geringerem Maasse, oder gar nicht vorhanden. Bei Reizung der Aeste des centralen Stumpfes vom N. splanchnicus fand Asp bei gesteigertem Blutdrucke Abnahme der Pulsfrequenz. Heinemann und Goltz fanden Stillstand, oder Verminderung der Herzschläge, wenn sie den Magen oder die Därme des Frosches in irgend einer Weise lädirten oder zerrten. Diese Wirkung blieb jedoch aus, wenn Bernstein die, die fünften und sechsten Rückenmarksnerven verbindenden Aeste des Sympathicus durchschnitt. Mayer und Pribram endlich konnten bei mechanischer Reizung des Magens Pulsverlangsamung und Steigerung des Blutdruckes constatiren, selbst wenn der Magen einfach mit Luft aufgeblasen wurde.

Auf Reizung der centralen Stümpfe der durchschnittenen Muskelnerven bekamen Asp und Ludwig — wenn die Muskelnerven des Plexus ischiadicus allein gereizt wurden — abgesehen von der Steigerung, oder Verminderung des Blutdruckes, Pulsbeschleunigung; auch dann, wenn nach Durchtrennung der Vagi bereits ein frequenter Puls vorhanden war. Diese Erscheinung blieb jedoch aus, wenn das Brust-, oder das unterste Cervicalganglion exstirpirt war.

Wirkung der Gase und des Blutdruckes auf die extracardialen Centren.

Häuft sich im Blute Kohlensäure an, und vermindert sich der Oxygengehalt desselben, so sinkt die Zahl der Pulsschläge; doch hört diese Erscheinung mit der Durchtrennung beider Vagi auf und wird die Herzaction eine beschleunigte. Es wird somit bei Ausschluss der Athmung der Puls seltener. Dasselbe erfolgt bei Steigerung des Blutdruckes so lange die Vagi unversehrt sind; werden diese bei hohem Blutdrucke durchschnitten, so nimmt die Pulsfrequenz zu; doch ist die letztere dann nicht von constanter Dauer.

Die Kenntniss des Einflusses der Athmung auf die Frequenz der Pulsschläge ist den Untersuchungen von Traube und Landois zu verdanken.

Wir gelangen hiebei zu der Frage, ob der Mangel an Oxygen im Blute, oder aber die Anhäufung der Kohlensäure die Frequenz der Pulsschläge alteriren? Traube vertrat die Ansicht, dass die im Blute befindliche Kohlensäure auf die Herzcentren als Reiz wirkt.

Studien über den Einfluss des Blutdruckes auf den Puls besitzen wir von Bernstein, Knoll und Navroczki. Ersterer

folgert aus seinen Experimenten, dass der Blutdruck im lebenden Thiere (Hund und Kaninchen) stets einen gewissen Grad von Reiz auslöst, welcher die Vagi constant trifft, und wodurch der Blutdruck selbst regulirt wird. Hingegen erhellt aus den Untersuchungen von Tscherjew, dass Durchtrennung eines jeden extracardialen Nerven den Blutdruck beeinflusst, und zwar wird der Puls in den meisten Fällen bei Steigerung des Blutdruckes seltener, beim Herabsinken des Druckes hingegen frequenter werden.

Recapitulation.

Halten wir das bisher Gesagte zusammen, so ergibt sich, dass die Reizung einiger von der Medulla zum Herzen ziehenden Nerven 1. die Auslösung der Systole verzögert; diese laufen in der Bahn des Vagus und heissen (seit den Gebr. Weber) Hemmungsnerven; ferner kommen

2. solche vor, deren Reizung die Auslösung der Systole beschleunigt; diese gelangen zum Herzen theils im Vagus und dem Vagosympathicus, theils aus dem Halsrückenmarke an den Grenzstrangganglien des Sympathicus, und sind von Ludwig und dessen Schülern als accelerirende Nervenfasern benannt. Beide Nerven erhalten ihre Impulse von der Medulla und dem Halsrückenmarke, und wird der aus diesen Centralorganen kommende Reiz theils durch den Reizzustand der verschiedenen übrigen Nerven des Körpers, theils durch den Gasgehalt des Blutes und dessen Druck, theils durch in's Blut gelangte vergiftende Substanzen bestimmt.

Inwiefern die extracardialen mit den intracardialen Nerven in Verbindung stehen, und wie sie sich zur Herzmuskulatur verhalten, ferner der Process, durch den sie ihren Einfluss auf das Herz zur Geltung bringen — die Theorie der Herzinnervation —, ist bis heute noch nicht aufgeklärt. (Vergl. Aubert, Innervation des Herzens in Herrmann, Handb. der Physiologie. 1880.)

(Ueber den Einfluss des Gehirnes auf die Herzthätigkeit vergl. Centralnervensystem.)

Innervation der Blutgefässe.

Die Blutgefässe sind in derselben Weise innervirt, wie das Herz; in ihren Wandungen verlaufen Nerven, welche mit Ganglienzellen in Verbindung stehen, wobei auf die im allgemeinen Theile, wie auch bei Abhandlung von der Structur der Gefässe gemachte Erwähnung hingewiesen sein soll, dass die Nerven mit den Muskelelementen der Gefässe wahrscheinlich in Verbindung sind. Die Nerven, welche die Innervation der Gefässe besorgen, nennt man vasomotorische. Bei Reizung oder Durchtrennung dieser kommen Veränderungen der Gefässlumina zu Stande; ihr Centrum ist -- wie diess auf Basis exacter mikroskopischer Untersuchungen und physiologischer Experimente festgestellt erscheint — in der Medulla oblongata belegen. So hat Pflüger längst beobachtet gehabt, dass die Gefässlumina vom Rückenmarke beeinflusst werden; wurde das Rückenmark des Frosches mittelst elektrischen Stromes gereizt, so konnte man unter dem Mikroskope Verengerung der Gefässe in der Schwimmhaut constatiren. Wird an einem weissen

Kaninchen der (Hals-) Sympathicus durchschnitten, so dehnen sich bekanntermassen die Gefässe der Ohren bis zu Rabenfederkiel-Dicke aus. Daraus folgt, dass der Sympathicus einen constanten Reiz zu den Ohrgefässen leitet, infolge dessen deren Muskulatur in einem bestimmten Tonus, d. h. in bestimmter stetiger Verengerung erhalten wurde. Wird ferner der centrale Stumpf des (Hals-) Sympathicus an einer Seite beim Kaninchen mittelst elektrischen Stromes gereizt, so verengern sich die Ohrgefässe; die in den Gefässen befindlichen Muskeln werden somit in Contraction versetzt. Ein zu dieser Zeit in die Ohrmuschel eingelegtes Thermometer zeigt Abfall der Temperatur. Wird der Strom unterbrochen, so erweitern sich alsbald die Gefässe wieder und das Thermometer geht in die Höhe, weil eine grössere Blutmenge zuströmt und damit auch die Erhöhung der Temperatur erfolgt. Ferner hat Schiff und nach ihm Andere beobachtet, dass die Blutgefässe des Ohres eines weissen Kaninchens auch ohne Reizung des Sympathicus und unabhängig von der Herzaction zeitweilig (4—6mal in der Minute) pulsiren, d. h. sich ausdehnen, und sich langsam verengern, woraus gefolgert werden kann, dass auf die Blutgefässe ausser dem Herzen noch andere Factoren von Einfluss sind. Dieselbe Erscheinung fand Schiff und neuerer Zeit Luchsinger an den Venen der Fledermausflügel (Venenherzen), wobei letzterer constatirte, dass der Spannungszustand der Gefässe (Blutdruck) auf die vasomotorischen Nerven von Einfluss sei.

Aus den auf die Innervation der Gefässe hinzielenden zahlreichen Untersuchungen stellte sich heraus, dass die Gefässe ebenso wie das Herz mit zweierlei Nerven versorgt werden. Die eine Art zwingt das Gefäss zur Contraction, die andere hingegen hemmt diese Function; man spricht somit von gefässerweiternden (vasodilatatorischen) und gefässverengernden (vasoconstrictorischen) Nerven. Die Wirkungsweise beider Arten von Nerven war schon längst beobachtet worden, doch wurde die gefässerweiternde Wirkung erst auf Grund der neuesten Untersuchungen mit Sicherheit aufgeklärt. Wir übergehen nunmehr zur Betrachtung der einzelnen vasomotorischen Nerven nach der Zusammenstellung von Aubert.

Vasomotorische Einwirkung des Nervus trigeminus.

Der Nervus trigeminus führt neben seinen sonstigen wichtigen Aufgaben (s. Centralnervensystem) auch vasomotorische Fasern; wird derselbe durchschnitten, so erweitern sich die Gefässe der Iris, Conjunctiva, Sclera, der Schleimhaut der Nasenhöhle und des Zahnfleisches (Valentin, Gräfe, Snellen). Die vasomotorischen Fasern verlaufen im Ramus lingualis des Trigeminus; doch bringt nur deren gemeinschaftliche Durchschneidung zugleich mit dem N. hypoglossus (wie Schiff beobachtete) Veränderungen

an den Blutgefässen der Zunge zu Stande; stärkere Röthung der Zunge nach Durchtrennung des Lingualis allein hat Vulpian beobachtet; dieselbe wurde intensiver, wenn ausserdem der Hypoglossus durchschnitten wurde. Hingegen führt Vulpian an, dass Reizung des peripheren Stumpfes vom Lingualis keine Verengerung, sondern Gefässerweiterung, Reizung des Hypoglossus hingegen Verengerung hervorrief; es führt somit der Trigeminus die gefässerweiternden, der N. hypoglossus die verengernden Fasern. Ferner constatirten Vulpian und Prévost, dass im Lingualis die Fasern der Chorda tympani verlaufen, und dass diese gefässerweiternder Natur sind; nachdem es Vulpian gelungen war, die Chorda tympani beim Austritte aus der Schädelhöhle und vor ihrer Verbindung mit dem Trigeminus, zu reizen und so die gefässerweiternde Eigenschaft zu entdecken.

Nach Lépine finden sich die gefässerweiternden Nerven der Froschzunge im N. hypoglossus; Tetanisirung desselben bringt Röthung der entsprechenden Zungenseite hervor. Die vasomotorischen Nerven der Submaxillardrüse scheinen mit dem Ramus lingualis des Trigeminus nur in äusserem Contacte zu stehen, da deren vasomotorische Fasern aus der Chorda tympani und dem obern Cervicalganglion abstammen. Durchschneidung des Chordafasern führenden Ramus lingualis bedingt Blasswerden der Drüse; Reizung des Tympanico-lingualis bringt deutliche Röthung zu Stande; es wird somit der vom Lingualis zur Drüse führende Ast (Tympanico-lingualis) gefässerweiternde Fasern führen. Die gefässerweiternde Wirkung des genannten Nerven ist von Claude Bernard 1859 entdeckt und alsbald durch Mehrere constatirt worden. (Das Verhältniss der Innervation zur Secretion s. bei Speichelsecretion.)

Die Submaxillardrüse wird ausserdem noch durch die sogen. „sympathischen Fasern" versorgt, welche, aus dem Ganglion cervicale supremum entspringend, mit der Arterie in die Drüse einziehen; sie besitzen gefässverengernde Wirkung. Durchschneidung derselben bringt Erweiterung, deren Reizung Verengerung hervor. Wir verdanken die Kenntniss derselben gleichfalls Cl. Bernard. M. Frey constatirte (1879), dass zwischen den Chordafasern und denen des Sympathicus ein Antagonismus bestehe; nach ihm beschränkt der Sympathicus die von der Chorda abhängige Gefässerweiterung.

Bezüglich der Parotis wirkt der Sympathicus als Gefässverengerer, der Ramus tympanicus des N. glossopharyngeus als Gefässerweiterer.

Function des (Hals-)Sympathicus.

Auf Durchschneidung des Sympathicus bleiben die Gefässe der Ohren von Kaninchen und Hunden dauernd und constant ausgedehnt; ebenso steigt die Temperatur im Ohre (Cl. Bernard 1851). Ferner beobachtete Dupuy schon 1816, dass Durchschneidung des Sympathicus erhöhte Wärme des Kopfes und des Gesichtes hervorruft. Die rhythmische Erweiterung und Verengerung der Ohrgefässe vom Kaninchen entdeckte Schiff 1854 zuerst, hingegen constatirte Brown-Séquard die Verengerung derselben auf Reizung des Sympathicus bereits 1852.

Ferner sah Schiff, dass nach Durchtrennung des Sympathicus der Hunde, Kaninchen und Katzen die Temperatur der beiden Ohren umgekehrt wechselt, wenn besonders das Thier starker Bewegung, Erhitzung, oder psychischen Einflüssen ausgesetzt wurde, in der Weise, dass die Temperatur des Ohres der unverletzten Seite 2—5° mehr betrug, als an der operirten Seite, und die Gefässe besser ausgedehnt sind. Er gab dazu die Erklärung, dass neben den gefässerweiternden auch gefässverengernde Nerven vorhanden sind, welche im durchtrennten Sympathicus eben durch die Durchschneidung gelähmt werden.

Im Vagus verlaufen, nach Einigen, ebenfalls vasomotorische Nerven und ziehen zum Kopfe, Magen und zu den Lungen.

So ist nach einseitiger Vagusdurchtrennung Temperaturerhöhung am Kopfe, nach beiderseitiger die Veränderung des Blutdruckes und Erweiterung der Magenschleimhaut- und der Lungengefässe beobachtet. Bezüglich der Herzgefässe ist der Vagus als motorischer Nerv aufzufassen, trotzdem Brown-Séquard bei Durchschneidung der Vagi Erweiterung der Kranzarterien des Herzens, über Reizung des peripheren Stumpfes Verengerung derselben wahrnahm; doch stellte Panum dem entgegen fest, dass diess ein passiver — durch die veränderte Herzaction bedingter — Effect sei.

Function des Nervus splanchnicus.

Die Gefässe der Bauchhöhle stehen unter dem Einflusse des N. splanchnicus. Bei Durchtrennung eines oder beider N. splanchnici dehnen sich die Mesenterialgefässe, die Pfortader und die Nierengefässe mit Herabsetzung des Blutdruckes aus. Bei Reizung des peripheren Endes tritt an den erwähnten Gefässen, mit der Steigerung des Blutdruckes zugleich eine Verengerung auf.

Basch sah bei seinen Untersuchungen Verengerung der sich an den Därmen verzweigenden Gefässe, bei Reizung der N. splanchnici.

Ferner constatirten Bezold, Cyon, Ludwig, Asp und Basch, dass der N. splanchnicus auf die Därme und die Nieren als Gefässverengerer wirkt.

Vasomotorische Nerven der Extremitäten.

Für die Extremitäten sind beide vasomotorische Arten der Nerven genau bekannt. Durchschneidung des Plexus brachialis, des N. ischiadicus, oder des Plexus sacralis ergibt Gefässerweiterung mit Temperatursteigerung der Extremität. Reizung der peripheren Stümpfe bringt Gefässverengerung und Abfall der Temperatur hervor. Nach Durchschneidung des Ischiadicus bildet sich die Gefässerweiterung binnen einigen Tagen zurück, und erfolgt auf Reizung des Stumpfes keine Verengerung, sondern im Gegentheile Erweiterung der Gefässe mit Temperatursteigerung; nur sehr starke Ströme bringen nach der Durchtrennung, und auch nur in gewisser Frist Verengerung und Sinken der Temperatur hervor; nach einigen Tagen kommt blos Erweiterung und Temperaturerhöhung zu Stande. Daraus folgt nun dass im N. ischiadicus sowohl gefässverengernde, als -erweiternde Nervenfasern vorhanden sein müssen. Dessgleichen führt der N. cruralis vasomotorische Nervenfasern. Schiff durchschnitt (1855) die Axillarnerven an Hunden, Vögeln und Fledermäusen, und beobachtete an Hunden die darauffolgende stärkere Injection der Interdigitalmembran mit Temperaturerhöhung; ebenso an Fledermäusen die Erweiterung der Flughautgefässe und das Ausbleiben des specifischen Venenpulses*). Die Untersuchungen von Schiff fanden später durch Bernard neuerdings Bestätigung; während neuester Zeit Luchsinger bei genauem Studium der Wirkung der vasomotorischen Nerven als auch des Venenpulses, die Angaben von Schiff theils bekräftigte, theils erweiterte (s. o.).

Nasse und Schiff durchtrennten das Lendenrückenmark von Thieren und beobachteten darnach Temperatursteigerung in den hinteren Extremitäten.

---

*) Unter Venenpuls verstehen wir die rhythmische Contraction und Erweiterung der grösseren Venen in der Flughaut der Fledermäuse; man pflegt die Art von Ausbuchtungen der Gefässe in der Flughaut auch als „Venenherzen“ zu bezeichnen.

Goltz vervollständigte — ausser der Constatirung dieser Erscheinungen — unser Wissen auch noch durch andere gewichtige Experimente. Er fand nach Durchschneidung des Ischiadicus an der verletzten Seite eine Temperaturerhöhung von + 9°, und soll nach ihm nicht die Durchtrennung allein, sondern ebenso auch mechanische, thermische und chemische Reize an dem peripheren Stumpfe des Ischiadicus (besonders wenn das Lendenmark zerstört wurde, in einem Falle auch ohne dieses) Erweiterung der Pfotengefässe und entsprechende Temperatursteigerung hervorrufen.

Putzeys und Tarchanoff, Ostrumoff und Heidenhain, Luchsinger, Stricker, Bernstein u. A. bestätigten grösstentheils die Versuche von Goltz, sie theilweise modificirend und ausweitend. Goltz u. A. setzen für die Gefässe das Vorkommen von Ganglien voraus (was nach Aubert anatomisch nicht nachgewiesen erscheint), und halten diese für die nächsten Centren des Gefässtonus, deren Beeinflussung von den vasomotorischen Nerven aus erfolgt.

Vasomotorische Nerven der Muskeln.

Reizung der zu den Muskeln ziehenden Nerven bringt in den Gefässen derselben Verengerung; Durchschneidung hingegen Erweiterung zu Stande. Einige Tage nach der Durchtrennung tritt bei Reizung des peripheren Nervenendes Erweiterung der Gefässe mit Temperaturerhöhung auf. Diess bezieht sich jedoch nur auf die Muskeln der Säugethiere; beim Frosche tritt bei Reizung der Muskelnerven constant Gefässerweiterung, bei jener der sensiblen Nerven (auf reflectorischem Wege) Verengerung ein, worüber zahlreiche Experimente von Ludwig, Heidenhain und ihren Schülern vorliegen.

Vasomotorische Nerven des Penis.

Die schönen Untersuchungen von Eckhard (1867) lehrten die Wirkung der sogen. Erectionsnerven (Nervi erigentes) kennen. Diese ziehen aus dem Plexus ischiadicus zum Plexus hypogastricus hin. Wird das periphere Ende dieser Nerven gereizt, so schwillt alsbald das Corpus cavernosum (Schwellkörper) der Harnröhre, darauf jenes des Penis an. Diese Schwellung wird durch Erweiterung des Arteriensystems und Zuströmen des Blutes unter erhöhtem Drucke bewirkt.

Man kann diese Nerven somit als Gefässerweiterer ansprechen. Zu ihnen gesellen sich gefässverengernde Fasern aus dem Nervus pudendus communis; Durchtrennung derselben bewirkt Erweiterung, Reizung hingegen Gefässverengerung (es fliesst hiebei aus den Schwellkörpern wenig, im ersteren Falle viel Blut aus). Die Kenntniss dieser Nerven und die der Physiologie der Peniserection verdankt man Eckhard.

Nach Loven wäre im N. pudendus der Antagonist für die erigirenden Nerven zu sehen, der als gefässverengernder Nerv des Penis gilt.

Reizung der vasomotorischen Nerven auf reflectorischem Wege.

Die Reizung der Nerven an verschiedenen Körpertheilen bringt Veränderungen in den Gefässen zu Stande, ohne dass letztere mit den Nerven in directer Verbindung stünden. Es ist eine tägliche Erfahrungssache, dass z. B. Schmerz in gewissen Hautparthien mit dem Blasswerden der letzteren einhergeht. Derselbe Zustand wird beobachtet, wenn das centrale Ende eines ausgespannten Nerven gereizt wird. Auf dieselbe Art kann ebenfalls Gefässerweiterung hervorgerufen werden.

Eine derartige Gefässerweiterung, oder Verengerung nennen wir eine

reflectorische, auf dem Wege des Reflexes zu Stande gebrachte; oder anders, wir verstehen darunter, dass der Reiz am sensiblen Nerven zuerst an die Centralorgane geleitet, von hier aber auf die vasomotorischen Nerven übertragen wurde in derselben Weise, als wenn auf Reizung dieses sensiblen Nerven eine Bewegung (Reflexbewegung) ausgelöst wird. In diesem Sinne kann man vom Gefässreflexe sprechen. Hieraus folgt nunmehr, dass die vasomotorischen Nerven ebenfalls aus höheren Centren entspringen, zu mindest mit solchen in gewissem Verhältnisse stehen.

Die Gefässreflexe treten bei Reizung der sensiblen, der Muskelnerven, derjenigen des Hirn- und Rückenmarkes und der Sympathicusäste auf.

Als Reflexwirkung vom sensiblen Nerven auf den vasomotorischen ist es zu betrachten, wenn nach Reizung der Haut, oder Mucosa, oder des centralen Endes von sensiblen Nerven in einem bestimmten Gefässbezirke höherer Blutdruck mit Verengerung, oder niederer Blutdruck mit Erweiterung hervorgerufen wird, wie diess beim Kneipen des äusseren Randes eines Kaninchenohres erfolgt. Van der Becke Callenfels sah hiebei ein 3 Secunden lang dauerndes Auftreten von Gefässverengerung, welche Erscheinung sich auch auf das nicht gekneipte Ohr erstreckt. Eben dieselbe Erscheinung tritt beim Kneipen der Fusssohle, oder beim Erschrecken ein. Wurde der Sympathicus an einer Seite durchschnitten, so verändert sich das Gefässsystem des Ohres derselben Seite auf Stöbern (Stochern) nicht, wohl aber das des andern; Reizung des centralen Endes vom N. auricularis fördert dieselbe Erscheinung zu Tage. Aus den übereinstimmenden Ergebnissen der Untersuchungen von Callenfels, Snellen und Loven erhellt, dass das Blasswerden (die Contraction der Blutgefässe) nach einigen Secunden auftritt und erst nach 20—30 Secunden darauf Erweiterung der Arterien erfolgt. An curarisirten Kaninchen tritt nach 4—6 Secunden auf Reizung des centralen Stumpfes des genannten Nerven erst Erweiterung und, nach 15—40 Minuten darauf Verengerung ein. Loven beobachtete dieselbe Erscheinung auch an nicht curarisirten Kaninchen.

Nahm Vulpian die Reizung des N. ischiadicus vom Hunde vor, so beobachtete er starke Verengerung an den Zungengefässen. Nach den Versuchen von Owsjannikow und Tschiriew erweitern sich an curarisirten Kaninchen die Ohrgefässe bei elektrischer Reizung des Ischiadicus und zwar an der dem Ischiadicus entsprechenden Seite in stärkerm Maasse.

Vulpian bemerkte stärkere Blutung an dem durchschnittenen Ohre des Hundes jedesmal, wenn gleichzeitig der Ischiadicus gereizt wurde. Loven bestätigte diese Erscheinungen zusammen mit der Reflexgefässalteration. Ferner beobachtete Nothnagel die interessante Erscheinung am Kaninchen, dass bei Reizung des N. cruralis die Gefässe der Pia mater sich verengerten; hingegen konnten Riegel und Jolly an curarisirten Thieren dieselbe Erscheinung nicht beobachten und erklären somit die Wirkung als Nebenumstand, aus z. B. der stärkern Bewegung.

Claude Bernard erwies für die Submaxillardrüse, Eckhard für den Penis die Reflexgefässalteration.

So sah Eckhard nach constanter, sanfter Friction der Haut des Penis am Hunde Erection des Gliedes erfolgen und nahm eine Reizung des N. pudendus an, umsomehr, als nach Durchtrennung desselben keine Erection mehr erfolgt. Goltz constatirte die erectionshemmende Wirkung auf Reflexe. Er beobachtete, dass die Reizung sensibler Nerven, oder starker Druck auf die Haut die Erection aufhebt; da die Versuche an Hunden mit durchtrenntem Rückenmarke angestellt wurden, war eine von deren Schmerzgefühl abhängige Wirkung von vornherein ausgeschlossen.

Die Veränderungen des Blutdruckes im Arteriensystem bei Reizung der sensiblen Nerven des N. ischiadicus, der sensiblen Fasern des Plexus sacralis, der Aeste des Plexus brachialis, der Aeste des Trigeminus u. s. w. sprechen genügend deutlich für das Vorhandensein vasomotorischer Wirkung auf Reflexwege.

Die auf dem Wege des Vagus und Depressor eintretenden Gefässreflexe sind gleichfalls auf experimentellem Wege constatirt. Reizung des N. laryngeus superior (Vagus-Ast) bewirkt hohe Steigerung des Blutdruckes, wie diess am Kaninchen Ludwig und Cyon, am Hunde, Katze und Schafe Aubert und Roever constatirten; Reizung des Halstheiles vom Vagus bedingt bald Abfall, bald Steigerung. (Wurde von Aubert und Roever an curarisirten Kaninchen demonstrirt, doch ist die Wirkung nicht constant.)

Der N. laryngeus superior ruft wahrscheinlich nur wegen des Athmungswechsels Veränderung im Blutdrucke hervor (Grützner und Heidenhain); der N. depressor setzt den Blutdruck — wie erwähnt — constant herab.

Gefässreflexe können durch Reizung der Muskelnerven und der N. splanchnici ausgelöst werden (Asp). So kann der Blutdruck durch Reizung der Muskeläste des N. ischiadicus auf reflectorischem Wege erhöht werden; dasselbe tritt bei Reizung des centralen Stumpfes des N. splanchnicus an Hunden auf (Asp unter Ludwig's Leitung); beim Kaninchen bleibt die Wirkung jedoch aus (Bernstein, Cyon und Ludwig).

Dass Gefässreflexe zufolge Einwirkung auf das Gehirn und Rückenmark zu Stande kommen, erhellt aus dem Erblassen und Erröthen nach psychischen Erregungen, ebenso aus den an Thieren angestellten Experimenten. Die Gefässlumina des Ohres vom Kaninchen verändern den Durchmesser bei Schrecken, oder Furcht.

Die Steigerung des Blutdruckes nach Durchtrennung eines Pedunculus cerebri wurde wiederholt beobachtet, so von Budge; hingegen sah Afanasieff eine durch 10—15 Tage andauernde Verengerung am Kaninchen nach der Durchschneidung; im Momente der Durchtrennung jedoch starke Erhöhung des Blutdruckes. Der reflectorische Einfluss einzelner Stellen der Grosshirnrinde auf die Gefässe und die Körperwärme ist von Landois, Hitzig und A. Bókai constatirt worden; ferner fand Danilevszky bei Reizung des Pedunculus cerebelli und der Cauda corporis striati, in geringem Maasse auch auf elektrische Reizung der weissen Substanz einzelner Hirnwindungen unter dem Centrum des Facialnerven, eine Steigerung des Blutdruckes. Trotz der darüber herrschenden Meinungsverschiedenheit kann das Zustandekommen der Gefässreflexe von einzelnen Hirnparthien aus nicht geleugnet werden.

Vom Rückenmarke ausgelöste Gefässreflexe wurden durch Asp und Dittmar in Ludwig's Laboratorium beobachtet. Auf Reizung des centralen Endes vom durchtrennten Rückenmarke tritt Steigerung des Blutdruckes im Arteriensystem ein (Asp); ebenso bei Verletzung, oder Reizung der harten Hirnhaut (Dittmar); wir können diese Daten auf Grund der, in Gemeinschaft mit Benczur und Flesch vorgenommenen Versuche an Hunden bestätigen.

Vasomotorisches Centrum.

Das reflectorische Centrum der Gefässnerven liegt in der Medulla oblongata, woher das ganze Gefässgebiet des Körpers innervirt wird. Der Beweis dafür liegt in dem Umstande, dass nach Zerstörung des Hirn- und Rückenmarkes die vasomotorische Eigenschaft fortbesteht, hingegen sistirt die Reflexreizung vollkommen bei Zertrümmerung der Medulla oblongata.

Bei Zerstörung der Medulla oblongata erweitert sich beinahe jedes Gefäss des Körpers, bei Reizung derselben jedoch tritt Verengerung ein. Daraus darf gefolgert werden, dass

das vasomotorische Centrum des verlängerten Markes nicht allein ein reflectorisches, sondern auch ein, im gewissen Grade den Tonus hervorrufendes Organ ist. Das vasomotorische Centrum des Kaninchens ist vollkommen klargelegt. Seine Begrenzung findet sich etwa 3 Mm. von der Spitze des Calamus scriptorius gegen das Rückenmark; seine obere Gehirnparthie liegt in der Fovea anterior, und in den vorderen Parthien der Seitenstränge das Corpus trapezoides. Dieser Begrenzung entspricht ein an Ganglienzellen reicher Kern (nach van Deen der diffuse Theil der Oliven, antero-lateral nucleus Clarke's). Ausser diesem vasomotorischen Centrum gibt es noch im Rückenmarke und der Bahn der Sympathicus einzelne Punkte, von denen Gefässreflexe ausgelöst werden können. Der Zusammenhang sowohl dieser, als auch der in den Gefässen befindlichen Regulationscentren mit dem hohen vasomotorischen Centrum wird wohl vorausgesetzt, ist jedoch bisher nicht bewiesen.

Die Bahnen, auf welchen die Impulse in der Medulla oblongata geleitet werden, sind noch weniger bekannt.

Das vasomotorische Centrum wurde von Owsjannikow und Ludwig an Katzen und Kaninchen experimentell bestimmt. Owsjannikow setzt dessen obere Grenzen auf 1—2 Mm. unter den Corp. quadrigeminis, die untere auf 4—5 Mm. ober der Spitze des Calamus scriptorius, zusammen aber in der Länge von etwa 4 Mm., seitlich von der Mittellinie belegen, fest. Dittmar vermochte in Ludwig's Laboratorium die Grenze noch genauer zu bestimmen und sollen die Centren nach histologischer Ueberprüfung einen winzigen Theil der vorderen Abschnitte der Seitenstränge bilden.

Obschon die vasomotorischen Nerven, ebenso wie die sensiblen, auf das vasomotorische Centrum einen gleichartigen Einfluss ausüben, so stehen sie damit doch nicht in engem Zusammenhange, ihre Wirkung wird durch Exstirpation des Gehirns nicht aufgehoben. Der Reizzustand des vasomotorischen Centrums der Medulla oblongata hängt von seinem Gasgehalte ab. Sauerstoff-(O)Mangel im Blute, und ebenso Kohlensäure-(CO_2)Anhäufung in demselben wirken auf das Centrum gleichmässig als Reiz. Die Steigerung des Blutdruckes im Arteriensystem bei Sistirung der Athmung, oder bei Zufuhr von oxygenarmem, oder mit Kohlensäure überladenem Blute beruht auf der Contraction der kleinen Arterien. Wird das Rückenmark zwischen den ersten zwei Wirbeln zertrümmert, so tritt dieselbe entweder in sehr geringem Maasse, oder gar nicht auf. Das vasomotorische Centrum wirkt endlich nicht allein als reflectorischer, sondern auch als tonisirender Apparat, indem es die Gefässe in mittlerer Contraction und Spannung erhält. Da jedoch nach Durchtrennung des

Rückenmarkes und der grossen Nervenstämme, der Gefässtonus nach einer Zeit wieder restituirt wird, so mus daraus gefolgert werden, dass an den peripheren Enden der Gefässnerven Vorrichtungen vorhanden sein müssen, welche den Tonus der Arterien zu erhalten bestimmt sind.

Ursprung und Verlauf der vasomotorischen Nerven.

Die vasomotorischen Nerven verlaufen theils mit Rückenmarks-, theils mit sympathischen Fasern gemischt und stehen somit mit dem Rückenmarke und durch dieses mit den vasomotorischen Centren der Medulla oblongata in Verbindung; sie hängen ferner mit den Ganglien des Sympathicus zusammen. Sämmtliche bisherigen Daten sprechen dafür, dass die vasomotorischen Nerven aus dem Hirn-Rückenmarke entspringen. Die Resultate der Durchschneidungsversuche von Nerven- und Rückenmarkswurzeln ergeben, dass die vasomotorischen Nerven sich theils zu den motorischen Wurzeln gesellen, theils in gesonderten Bahnen zu ihrem Gefässgebiete gelangen.

Die vasomotorischen Nerven des Ohres kommen am N. auricularis cervicalis aus dem 2. und 3. Rückenmarksnerven, zum Theil auch aus dem obersten Cervicalganglion des Sympathicus; die Fasern des letztern entstammen somit doch dem Rückenmarke und zwar aus der Cervical- und der obersten Brustwirbelgegend. Ebenso entstammen die im N. splanchnicus gelegenen vasomotorischen Fasern aus dem Rückenmarke und gehen durch die Wurzeln des Grenzstranges vom Sympathicus in den Splanchnicus.

Die vasomotorischen Nerven der vorderen (oberen) Extremitäten gelangen aus dem Rückenmarke durch das oberste Brustganglion zu dem übrigen Brachialnervenplexus. Ebenso entspringen die vasomotorischen Nerven der hinteren (unteren) Extremitäten aus dem Rückenmarke und ziehen im Verein mit motorischen, oder sensiblen Fasern zum N. ischiadicus, doch treten sie zumeist aus den höher belegenen Rückenmarkswurzeln aus und durch den Grenzstrang und den Bauchplexus des Sympathicus zu dem Plexus ischiadicus, und werden von da aus an die Gefässe abgegeben.

Bezüglich des Verlaufes der vasomotorischen Nerven im Rückenmarke kann aus den Durchschneidungsexperimenten mit der damit einhergehenden Temperaturalteration und Vergleichung des Pulses mit Wahrscheinlichkeit geschlossen werden, dass eine Kreuzung der Fasern nur für einige Körpertheile vorhanden ist, im Uebrigen aber die Nerven parallel verlaufen.

Schliesslich mag noch erwähnt werden, dass nicht die Arterien allein, sondern auch die Venen einen Tonus besitzen, und ebenso wie erstere in, vom Herzen und der Athmung unabhängige rhythmische Contraction und Erweiterung versetzt werden können.

Die Innervation des Lungenkreislaufes hängt weniger vom Nervensystem ab, als diejenige des Körperkreislaufes. Denn während im Körper auf Reizung der Nerven grosse Druckdifferenzen hervorgebracht werden können, wird durch solche der Druck im rechten Herzen oder der Lungenarterie nur sehr wenig geändert. Sowohl die Durchtrennung der Vagi und die Reizung ihrer centralen, oder peripheren Enden, als auch die Reizung des centralen Stumpfes vom Splanchnicus, oder Ischiadicus bringt keine oder nur äusserst geringe Alteration in den Druckverhältnissen hervor (Aubert). (Henle entdeckte [1840] die Muskelelemente in der Gefässwandung; aus derselben Zeit stammt die Annahme der vasomotorischen Nerven von Stilling, der sie auch mit diesem Namen belegte. Die Benennung der N. pressorii und depressorii führten Dreschfeld und Bezold [1867] in die Nomenclatur ein.)

Erweiterung der Blutgefässe nach Nervendurchtrennung beobachtete

Pourtour du Petit bereits 1727, als er den Sympathicus (wohl den Vagosympathicus) am Hunde durchschnitt und darauf Röthung der Conjunctiva und Dilatation der Gefässe wahrnahm.

Die Einwirkung der vasomotorischen Nerven auf den arteriellen Blutdruck constatirten 1864 zuerst Ludwig und Thiry; während Claude Bernard 1852 bereits die die Temperatur erhöhende Wirkung der vasomotorischen Nerven bekannt machte. Vor ihm beobachtete Dupuy 1818 beim Pferde nach Exstirpation des Ganglion cervicale infimum Erwärmung der Stirngegend und der Ohren.

Verengerung der Gefässe nach Reizung der Nerven scheint Brown-Séquard bereits 1852 — also vor Cl. Bernard — wahrgenommen zu haben.

Blutvertheilung im Körper.

Obschon die Methode von Welcker und Ranke zur Bestimmung der Blutmenge in gewissen Körpertheilen ihrer Unvollkommenheit halber auf absoluten Werth keinen Anspruch erheben können, so bleibt die Kenntniss der diessbezüglichen relativen Werth besitzenden Angaben doch insolange von Wichtigkeit, als wir nicht über vollkommenere Untersuchungsmethoden verfügen.

Welcker bestimmte die Blutmenge an abgetrennten Körpertheilen erfrorener Thiere; Ranke wählte zu diesem Behufe erst die Unterbindung des Körpertheiles im Lebenden und Abtrennung oberhalb der Ligatur und bestimmte danach das Blut. Letzterer wies auf diese Weise nach, dass in den Körpertheilen eines ruhenden Kaninchens und zwar im ruhenden Muskel, dem Herzen, in den grossen Gefässen, der Leber, und in den übrigen Organen etwa $^1/_4$ der Gesammtblutmenge des Körpers enthalten ist. Mit eintretender Function der Organe wächst auch der Blutgehalt bis um 30—47 %. Ferner constatirte Ranke, dass die Motilitätsorgane eines jungen und kräftigen Thieres relativ blutreicher, als diejenigen eines alten und muskelschwachen Individuums sind.

Die Schwankungen in der Blutvertheilung messen wir mittelst der Plethysmographie. Mosso hat diese Methode in der Physiologie — in seiner Anwendung am Menschen eingebürgert.

Zu diesem Zwecke construirte er einen Apparat, der mit Wasser gefüllt wird, und dann eine Extremität aufnehmen kann, ohne dass die Flüssigkeit herausrinnt. Damit steht durch ein Rohr eine Hebervorrichtung in Verbindung, durch deren Heben oder Senken der Apparat mit Wasser mehr oder minder gefüllt werden kann; das Instrument wird wieder durch eine zweite Oeffnung mittelst eines Kautschukrohres mit einem weiteren Apparate, welcher die eintretenden Wellenschwankungen des Wassers bei Alteration der Blutfülle auf eine berusste Fläche verzeichnet, verbunden. Diesen sogen. Plethysmograph verband Mosso mit einer Marey'schen Trommel und konnte damit auch den Puls des Armes notiren; wesshalb er den Apparat auch Hydrosphygmograph benannte. Ausser der Pulscurve können sowohl

die Alterationen der Blutfüllung, als auch die beim Athmen eintretenden sogen. respiratorischen Schwankungen notirt werden; und zwar bedingt kräftiges Athmen und Athmungspause eine Verminderung des Volums. Basch sah Anschwellung des Armes bei Druck, und Husten; beim Schlucken hingegen Volumverkleinerung auftreten. Bei Lageveränderungen des Körpers und der Extremitäten treten (mit Alteration der hydrostatischen Verhältnisse) Schwankungen ein. Bei Bewegung der Finger der in den Apparat gesteckten Hand zeigt sich Volumsverkleinerung, da die Venenströmung beschleunigt wird, der Muskel aber in geringem Grade einen kleinern Raum einnimmt. Geistige Arbeit und Schlaf vermindern das Volum des Armes; ebendasselbe bewirkt Compression der zu demselben führenden Arterie; Zusammendrücken der Vene vergrössert das Volum.

Veränderung des Blutes während seiner Circulation.

Das Blut des rechten Herzens und der Venen erscheint dunkler, als dasjenige des linken Herzens und der Arterien; zudem ist das venöse Blut doppelfarbig (dichroitisch), d. h. in dünnen Lagen und durchfallendem Lichte dunkel, fast schwärzlichroth, in auffallendem Lichte hingegen grünlich gefärbt. Es frägt sich nun, wodurch diese Farbenverschiedenheiten bedingt werden? Diess beruht auf dem Umstande, dass das arterielle Blut mehr Oxygen und weniger Kohlensäure als das venöse führt, und zwar sind nach Ludwig und Schöffer in 100 Volumstheilen Blutes enthalten:

	N	O	CO_2
arterielles Blut	2·04	14·61	29·99
venöses „	1·32	9·05	34·40

Im letzteren beträgt der Unterschied vom Sauerstoff (O) 5·56, von der Kohlensäure 4·41; wie aus obiger Zusammenstellung ersichtlich, findet sich im venösen Blute mehr CO_2, im arteriellen mehr O. (Ueber die Blutfarbe vergl. den Abschnitt über das Blut). Ein weiterer Unterschied des arteriellen Blutes besteht in der Fähigkeit, rascher zu gerinnen, was mit dem höhern Gehalt an O zusammenhängen mag, da venöses Blut, in welches O geleitet wird, ebenfalls rasch gerinnt; dessgleichen unterscheiden sich die beiden bezüglich ihres Gehaltes an Blutzellen; angeblich enthält arterielles Blut weniger Blutkörperchen, als das venöse. Nach den früheren Untersuchungen Lehmann's enthält arterielles Blut mehr Fibrin, Wasser, Extractivstoffe, Zucker und Salze, hingegen weniger Harnstoff, als das venöse.

Nach der Analyse von Lehmann ist die procentische Zusammensetzung der beiden Blutarten folgende:

Arterielles Blut		Venöses Blut aus der Jugularvene
Wasser	89·30	86·8% des Blutes
Fibrin	0·57	0·49 „ des Blutes
Albumin	9·22	11·42% des Serums
Extractivstoffe	0.91	0·71 „ „ „
Fette	0·39	0·26 „ „ „
Salze	0·86	0·83 „ „ „

Structur und Function der Blutdrüsen.

1. Die Milz (Lien).

Die Milz stellt ein längliches, plattes, in der linken Seite des Körpers belegenes und das Blut umänderndes Organ des thierischen Körpers dar. Von aussen wird die Milz durch die viscerale Platte des Peritoneums umhüllt, unter welcher eine faserige Kapsel liegt, die aus Bindegewebsfasern gebildet wird. Diese Fasern treten am Hilus der Milz zusammen mit den Gefässen in die Substanz ein, bilden darinnen ein, in immer feinere Zweige getheiltes Balkenwerk. Wird die Milzsubstanz (die Milzpulpa) unter Wasser ausgeknetet, oder in halbgehärtetem Zustande in feine Schnitte zerlegt und diese ausgepinselt; so bleibt das Maschennetzwerk, — das Bindegewebsgerüste der Milz — zurück. Ausser dem Bindegewebsbalken treten — wie oben erwähnt — am Hilus der Milz auch die Arterie und der Nerv, bei einigen Thieren ausserdem noch glatte Muskelfasern ein; aus demselben tritt die Vene und das Lymphgefäss aus.

Eckert nimmt in der Milz des Menschen glatte Muskelfasern an, doch ist diess mikroskopisch noch nicht festgestellt. Wird die Milz von Thieren mittelst elektrischen Stromes gereizt, so contrahirt sie sich; diessbezügliche Versuche an Enthaupteten ergaben jedoch negative Resultate; woraus gefolgert wurde, dass die menschliche Milz keine glatten Muskelfasern besitze. Im Hungerstadium ist die Milz kleiner, und wird sie nach Nahrungsaufnahme grösser; der Grund dieser Erscheinung liegt wahrscheinlich in der physiologischen Blutfüllung. Wird die Milz nur halb ausgeknetet und bei niedriger Vergrösserung untersucht, so findet man die Blutgefässe darin entlang der Bindegewebe verlaufend, und zwar theilt sich jeder Arterienast dichotomisch (Fig. 111, *Ü*), insolange bis dessen feine Zweige als sogenannte Milzpinsel (Penicillium lienis) (*E*) ausstrahlen; deren Capillaren in die membranlosen Intercellulargänge (Sinus, intermediäre Blutbahn) (*int*), d. h. in miteinander communicirende, verzweigte cavernöse Räume münden, aus denen sich dann die membranhaltigen Venen (*v*) zusammensetzen*).

*) Ein diesem ähnliches Organ ist das Knochenmark, in welchem das Blut wegen der langsamen Circulation leichter transformirt wird, als in Geweben mit rascher Circulation.

Nach Kölliker und Billroth sollen diese intermediären Blutbahnen mit selbständigem Endothelmembran ausgekleidet sein. An den Verzweigungsstellen der Arterien sitzen dann grössere und kleinere Bläschen, die sogen. Malpighi'schen Milzbläschen (L) auf.

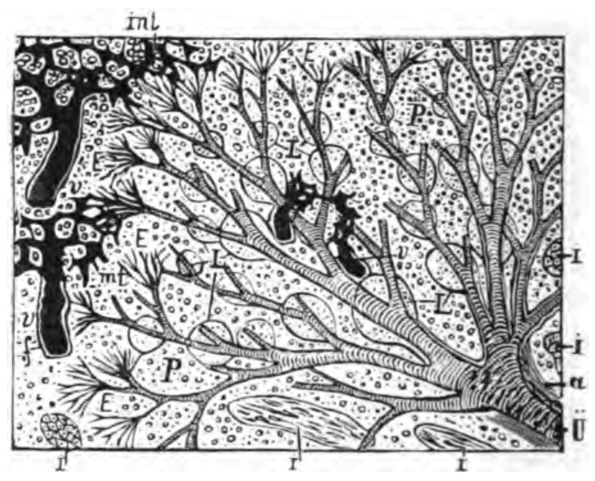


Fig. 111. Schematische Darstellung der Structur der Milz. P = Milzpulpa; $\ddot{U}$ = Arterie; a = Adventitia der Arterie; i = Querschnitte der Muskelbündel; L = Milz-(Malpighi'sche)Bläschen; E = pinselförmige Ausstrahlung der feinsten Arterien; *int* = intermediäre Blutbahnen als Anfänge der Venen, aus welchen die mit Wandungen (f) versehenen Venenäste (v) entstammen.

Die nächste Fig. 112 zeigt die nach Müller gezeichnete Structur der Milzbläschen (Milzkörperchen) mit den Lymphzellen (*ns*), und das Venensystem in der Milzpulpa (P) mit den intermediären (i) Netzräumen. Das Bindegewebe der Milzkapsel begleitet die Blutgefässe in der Weise, dass letztere keine eigentlichen Adventitia in der Milz besitzen, indem diese mit dem Balkenwerke (den Trabekeln) vollständig verwächst. Die Milzbläschen erscheinen von einer Faserhülle umgeben, in der ein Netzwerk von Venenästen verläuft; aus der Hülle gehen zudem in das Innere feinste, das ganze Bläschen durchsetzende Bindegewebszellen-Netze. Dieses Netzwerk trägt zugleich das Capillarsystem der Bläschen, welches zwischen den einzelnen Zweigen noch embryologische Capillargefässe aufweist. In den Maschen dieses Netzwerkes finden sich Lymphkörperchen eingebettet, so dass ein solches Bläschen bezüglich seiner Structur mit dem Peyer'schen Follikel des Dünndarmes übereinstimmt. Gleichwohl ist auch hier deren Zusammenhang mit den Lymphgefässen ebenso wenig, wie derjenige in den Peyer'schen Follikeln gekannt; doch ist an der Milz ein ausführendes Lymphgefäss vorhanden.

Im Organe selbst verlaufen die Lymphgefässe in einer oberflächlichen und einer tiefern Schichte und bilden zahlreiche Verästelungen. Deren Aeste communiciren nach Tomsa jedoch nicht mit den Malpighi'schen Bläschen.

In der Milz der Thiere ziehen ganze Bündel von Muskelzellen in verschiedener Richtung durch das Organ, oder umfassen die Blutgefässe. — Mit den Gefässen treten zugleich Nerven in den Hilus der Milz ein, ihre Endigungsweise ist bisnun nicht ermittelt. Zumeist bestehen dieselben aus Remak'schen Fasern und sind wahrscheinlich vasomotorischer Natur. Nach Müller und Schweiger-Seydel sollen sie in besonderen ellipsoiden blassen, granulirten Körperchen endigen; welche sich in der Milz der Raubthiere und Vögel ausnehmend stark, in der des Menschen hingegen gering entwickelt vorfinden.

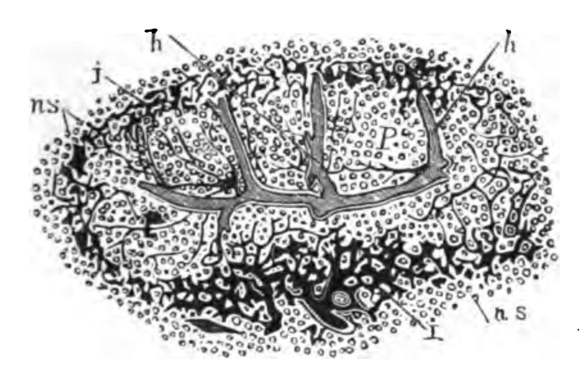


Fig. 112. Structur der Milzbläschen nach Müller.

In dem Bindegewebsgerüste der Milz zwischen den Malpighischen Bläschen findet sich die Milzsubstanz (eigentliches, rothes Milzgewebe = Pulpa) (Fig. 111 *P*); sie besteht aus farblosen Blut- und Lymphkörperchen (*ns*), Kernen und kleinen Pigmentkörnchen, welch' letztere vielleicht aus zerfallenen rothen Blutkörperchen herstammen; ferner aus grösseren und kleineren Lymph- und Blutkörperchen, sogenannten Uebergangszellen zwischen den farbigen und farblosen Blutkörperchen. Diese sämmtlichen Formelemente sind in eine feine granulirte Grundsubstanz eingebettet, welche um das Protoplasma der Zellen ein feines Netzwerk (Reticulum) bildet. Ausser diesem enthält die Pulpa noch zerstreut den farblosen Blutkörperchen ähnliche Riesenzellen, welche oft 5—6 rothe Blutkörperchen umschlossen halten oder aber mit Pigmentkörnchen gefüllt sind. Ob es sich hiebei um endogene Zellbildung handelt, oder diess veraltete, rothe, mit einer schleimigen Albuminsubstanz umzogene Blutkörperchen sind,

oder ob diese auf mechanischem Wege — wie Virchow annimmt — durch Contraction der Milz, durch deren Muskeln als rothe Blutkörperchen in die farblosen eingepresst, oder durch amöboide Bewegungen in die ersteren aufgenommen wurden, ist bisnun nicht entschieden. Die Ansicht von Virchow findet viele Anhänger. (Ueber die Function der Milz s. nach der Histologie der Blutdrüsen).

Nicht sämmtlichen Thieren kommt eine Milz zu. So ist dieselbe bei den Leptocardius-(Fisch-)arten und den Myxinoiden bisher nicht festgestellt.

Die Milz der Reptilien. Bei den Schlangen liegt die Milz am obern Ende des Pankreas; bei den Sauriern an der linken Seite des Magens. Ihre Kapsel besteht aus Faser- und elastischem Gewebe, in der untersten Lamelle der Kapsel kommen glatte Muskelelemente vor, dessgleichen ein dichter Venenplexus. Die Kapsel entsendet in das Organ miteinander durch einzelne Aeste verbundene Scheidewände, die in ihren Maschen Lymphkörperchen enthalten. Im Innern liegen dann Follikel von 0·5—0·75 Mm. Durchmesser, mit einem sternförmigen Reticulum, in dessen Netzwerke Lymphkörperchen sitzen. Unter den letzteren befinden sich grössere, mit 2 bis 3 Kernen versehene (proliferirende). Ausserdem besitzt jeder einzelne Follikel ein feines Capillargefässnetz, das an dem Rande des Follikels in dünnwandige Venen übergeht. An einzelnen Capillarästen findet sich noch embryologische Structur, so dass die Annahme Müller's gerechtfertigt scheint. wonach in der Milz der Schlangen neben sich entwickelnden Lymphzellen die Bildung von Capillaren auch im ausgewachsenen Thiere persistirt. Das um die Follikel gelagerte Gewebe entspricht einer groben Pulpasubstanz. Lymphgefässe und Nerven sind in der Milz der Reptilien bisher unbekannt.

Die Milz der Amphibien, der Schildkröten, Vögel und der Säugethiere sind nach dem gleichen Typus aufgebaut.

2. Nebenniere.

An der Nebenniere der Säugethiere unterscheidet man die centrale Mark- und die periphere Substanz, während bei den übrigen Thieren diese beiden Substanzen vermengt erscheinen.

Bei den Säugethieren zeigen beide Substanzen eine schichtenweise Anordnung. Die äussere, oder Rindensubstanz ist graulichgelb oder bei Fettreichthum gelblichweiss und strahlig (radiär) angeordnet. Die innere Substanz wird die graue, oder Marksubstanz genannt, und pflanzt sich in diese mit den Gefässen die äussere Rindensubstanz ebenfalls ein.

An der Rinde können wir zwei, nach Eberth sogar drei Schichten unterscheiden.

Bei dem Menschen, Schweine, Hunde, Igel und Meerschweinchen ist eine äussere und eine innere Schichte rundlicher Zellen durch Cylinderstränge (Rindencylinder) von einander abgetrennt. Bei dem Rinde, Pferde, Kaninchen, der Katze und Maus fehlt die äussere Rundzellenlage und die Rindencylinderstränge liegen unmittelbar unter der Kapsel.

Die äussere und innere Zellenlage besteht aus theils runden, theils polygonalen, einkernigen, isolirt oder in Gruppen zusammenstehenden Zellen. Beim Menschen und Kaninchen fliessen die einzelnen Zellen manchesmal zu einer Masse zusammen. Die äusseren Zellen beim Hunde bilden Cylinderstränge, während die Rindenstränge aus aneinander gehäuften Cylinderzellen bestehen. Beim Menschen anastomosiren diese Stränge durch Nebenäste miteinander. Beim Pferde stellen die Rindenstränge schmale, in blind endigende Hohlcylinder umgewandelte Streifen dar (Kölliker, Eberth).

Zwischen den Gefässen der Marksubstanz befindet sich eine zarte bindegewebige Intercellularsubstanz, welche Markzellen birgt. Diese stehen entweder einzeln, oder in runden Gruppen (beim Menschen), oder bilden netzförmige Stränge (Rind, Pferd, Schwein, Hund, Katze, Kaninchen, Meerschweinchen, Maus und Igel). Die Markzellen des Menschen sind zumeist sternförmig und polygonal, beim Schweine cylinderförmig, beim Pferde und Rinde kaum auszunehmen; an ihrer Stelle findet sich eine kernige, granulirte Masse, oder daneben sieht man cylindrische, oft auch sternförmige, miteinander zusammenhängende Zellen. Stränge und Zellhaufen werden durch das von der Kapsel gelieferte Balkenwerk auseinandergehalten. Um die Zellhaufen befindliche Hüllen beschreiben Henle und Grandry. Eberth konnte dieselben nicht constatiren.

Die Nebennieren sind äusserst gefässreich und werden von der Arteria phrenica, coeliaca, der Aorta und Art. renalis mit Aesten versehen. Diese durchbohren die Kapsel und gelangen durch die Rinden- in die Marksubstanz. In der Kapsel befindet sich ein Capillarnetz. Aus dem Hilus der Drüse tritt eine grosse Vene heraus. Die Zellhaufen werden von den arteriellen Aesten der Rinde mit einem Capillarnetz umgeben, die Gefässe der Marksubstanz entspringen hingegen aus den unteren Parthien des Capillarennetzes der Rindensubstanz. Nach Arnold wird das Centrum der Marksubstanz mit einer Arterie versorgt, die durch ihre Aeste mit den hier belegenen Capillaren anastomosirt.

Die Lymphgefässe verlaufen sowohl oberflächlich, als auch in der Tiefe. Nerven sind in der Nebenniere reichlich vorhanden und entstammen aus dem Ganglion semilunare, dem Plexus renalis, dem N. phrenicus und N. vagus. Sie verästeln sich zumeist in der Marksubstanz, indem sie starke Bündel und feine Geflechte bilden. Zwischen ihnen sind ausserdem bi- und multipolare Ganglienzellen theils isolirt, theils in grössern Gruppen an den Theilungsstellen der Nerven bemerkbar. In der Rindensubstanz trifft man blos spärlich Nervenfasern an. Die Nerven sind sämmtlich schmale, dunkelrandige Fasern.

Beim Frosche und den Eidechsen fand Eberth keine Nerven vor, bei den Schildkröten deren nur wenige. Bei den Vögeln sind an der Oberfläche des Organes grosse Ganglienzellen; die Drüse selbst ist jedoch sowohl an Nervenfasern, als Ganglienzellen arm. Die Carnivoren und das Kaninchen besitzen ebenfalls wenig Nerven in den Nebennieren; reichlicher vorhanden sind sie beim Menschen und Schweine, noch mehr in den Nebennieren des Rindes vertreten.

Bei den Selachiern und Reptilien sind nach Leydig einzelne Theile der Drüse den einzelnen Ganglien des Sympathicus angeheftet. Diese Theile stellen die Marksubstanz vor, während die Rindensubstanz den Gefässen aufliegt. Das sogen. Axillarherz vom Torpedo wäre auch nur eine derartige Rindensubstanz.

Die Nebennieren der Fische liegen als stecknadelkopf- bis linsengrosse, theils paarige, theils multiple Gebilde an der vordern, oder hintern Seite der Nieren. Leydig zählt — wie bereits angedeutet — die auf den Ganglien und Fasern des Sympathicus der Selachier aufsitzenden Organe ebenfalls hieher.

Bei den Batrachiern werden die Nebennieren durch kleine, gelbliche, an der vordern Fläche der Nieren in den Venae renales revehentes belegene Körnchen dargestellt, während bei den Eidechsen an derselben Stelle solche nahe der Einmündungsstelle in die untere Hohlvene gefunden werden. Bei den Schlangen liegen sie gleichfalls an der Vene, jedoch am innern Rande der Geschlechtsdrüse; bei den Schildkröten haben sie dieselbe Lage, wie bei den Batrachiern. Die Nebennieren der Vögel sitzen unmittelbar neben der Hohlvene an dem obern Nierenrande auf.

Die Function dieser Drüse ist gänzlich unbekannt. In der sogen. Addison'schen Krankheit (bronzedskin = Bronzekrankheit), bei welcher

die Haut rothbraun-bronzefärbig und mit kleinen braunen Pigmentflecken besetzt erscheint, fand man Degeneration der Nebennieren vor. Die Exstirpation derselben ist gefahrvoll und gelingt äusserst selten. Nach Brown-Séquard soll die Drüsenfunction unter normalen Verhältnissen in Beschränkung der Pigmentbildung aus dem Blute bestehen.

3. Die Thymusdrüse.

Der Thymus — auch innere Brustdrüse genannt — stellt ein aus Lymphdrüsen ähnlichen, 0·5—1·5 Mm. langen Bläschen zusammengesetztes Organ dar, dessen einzelne Läppchen (Follikel) durch Bindegewebe zusammengehalten werden. Der Bau dieser Läppchen ist dem der Peyer'schen Darmfollikel analog, und bestehen solche im Innern aus einem Bindegewebsreticulum. in dessen Maschenwerke Lymphkörperchen eingebettet sind. Ausserdem finden sich in den Follikeln zerstreute, kleinere und grössere geschichtete Gebilde. die sogen. Hassal'schen Körperchen, deren Function und Entstehungsweise bis nun nicht gekannt ist. Man kann — nach Untersuchungen von Jendrássik und Afanasieff — mit Wahrscheinlichkeit annehmen, dass sie von den Blutgefässen herstammen, da einige derselben Blutzellen enthalten. Auf Grund eigener Untersuchungen können wir dieser Ansicht beipflichten. und meinen, dass diese Körperchen aus der schichtenweisen Proliferation der Gefässendothelzellen herrühren; in einzelnen dieser Corpuscula fanden wir ebenfalls Blutkörperchen. An der Oberfläche, und auch in der Tiefe finden sich im Organe zahlreiche Lymphgefässnetze.

Ein centraler Sammelkanal oder Ausführungsgang, durch welchen die Follikel miteinander in Verbindung wären, von Einigen beschrieben, von Andern jedoch in Abrede gestellt, wurde von Jendrássik als beim Auspräpariren entstandenes Kunstproduct gedeutet. Nerven sind in der Drüse ebenfalls constatirt, und wahrscheinlich vasomotorischer Natur. Gleichfalls reichlich ist die Drüse mit Blutgefässen bedacht; in der Axenmitte derselben verläuft beiderseits die Arterie und Vene; erstere verzweigt sich nach ihrem Eintritte, umspinnt mit dünnsten Aestchen die Follikel und bildet in letzteren feine Capillarnetze, aus denen sich wieder die Venen zusammensetzen. Die Thymusdrüse, welche beim Menschen und den meisten Thieren zwischen den Lungen im Thorax gelagert ist, ist nur im embryonalen Zustande stärker ausgebildet; beim Kinde soll dieselbe bis in das zweite Jahr wachsen. dann sich immer mehr zurückbilden, beim Zehnjährigen obliteriren und fettig degeneriren. (Einzelne Ausnahmen kommen vor; so untersuchte Verfasser vor Jahren einen handgrossen Thymus einer Achtzehnjährigen.)

Bei einzelnen Thieren, so beim Meerschweinchen, befindet sich ein Theil der Thymusdrüse aussen am Halse.

Aus vorstehender Darstellung erhellt somit, dass der Thymus keine eigentliche Blutdrüse ist, sondern vielmehr den echten Lymphdrüsen zugezählt werden muss, wofür auch der Umstand in's Gewicht fällt, dass bei Thieren, welchen Lymphdrüsen mangeln (Amphibien und Reptilien). der Thymus das ganze Leben hindurch persistirt.

4. Die Schilddrüse.

Die Schilddrüse (Glandula thyreoidea) ist ein Conglomerat durch Bindegewebe umhüllter, 0·04—0·1 Mm. grosser Drüsenbläschen, deren Kapsel innen mit cubischem Epithel ausgekleidet, das Innere jedoch von einer colloiden, albuminhaltigen Substanz erfüllt ist. Im Bindegewebe selbst verästeln sich zahlreiche, um die Bläschen (Follikel) ein dichtes Capillarnetz bildende Gefässe, wie auch darin Nerven verlaufen, deren Endigungsweise jedoch nicht näher gekannt ist.

Die Follikel sind von reichem Lymphgefässnetze umgeben. Die Function dieser Drüse ist bis nun nicht aufgeklärt.

Die Schilddrüse stellt nach Liebermeister das Regulationsorgan für den Blutgehalt des Kopfes vor. Bei der am Menschen beobachteten sogen. Basedow'schen Krankheit (von welcher Einige annehmen, dass sie sowohl durch gemeinsame Reizung des N. accelerans cordis und der sympathischen Nerven der glatten Muskelfasern der Augenhöhle und der Lider, als auch durch diejenige der vasomotorischen Hemmungsfasern der Schilddrüse zu Stande kommt) erscheint die Thyreoidea vergrössert.

Als Struma (Kropf) des Menschen wird die geschwellte Schilddrüse mit Anhäufung der darin befindlichen colloiden Substanz bezeichnet.

5. **Der Hirnanhang** (Hypophysis cerebri),
6. **die Steissbeindrüse** (Glandula coccygea), und
7. **die Carotisdrüse** (Glandula carotidea).

Der hintere Theil der erstgenannten Drüse gehört zum Infundibulum des Gehirnes, und enthält überwiegend mehr Bindegewebe und Blutgefässe, als Nerven. Ihr vorderer Abschnitt zeigt mehr drüsige Gebilde, welche nach den Untersuchungen von Ecker und Mihálkovics sich an den Bau der Nebennieren anlehnen. Die Function derselben ist nicht bekannt.

Sowohl die Steissbein- als die Carotisdrüse des Menschen besteht mehr aus mit Hohlräumen versehenen Gefässknäueln, als aus Lymph- oder Blutdrüsengewebe.

Nach Arnold stellen beide aus dem embryonalen Zustande herrührende Gefässüberreste dar.

Function der Milz.

Unter den Blutdrüsen ist die Function der Milz am meisten aufgeklärt, obschon unsere Kenntniss auch hiebei viele Lücken aufweist. Die Function der Milz kommt auf mehrfache Art in Beobachtung; einmal indem dieselbe exstirpirt und die danach im Thierleibe und in dessen Functionen auftretenden Veränderungen beobachtet werden, dann indem das zur Milz zugeführte und von ihr abgeleitete Blut untersucht wird, schliesslich indem die Verhältnisse der Milz während der Verdauung und den übrigen Processen im Organismus studirt werden. Wir beginnen unsere Darstellung mit der Betrachtung der Verhältnisse des der Milz zugeführten Blutes.

Im Blute der Milzarterie verhalten sich die rothen Blutkörperchen zu den farblosen wie 1 : 1200—2000 (Wundt), oder 1:2260 (Landois); d. h. es kommt auf 1200—2260 rothe Blutkörperchen ein farbloses. Wird hingegen das Blut der Milzvene auf die Blutkörperchen geprüft, so kommen auf je 60 (Landois) bis 70 (Hirt) rothe Blutzellen bereits eine farblose. Daraus ist der Schluss gestattet, dass die Milz entweder farblose Blutkörperchen in grosser Menge producirt, oder aber die rothen Blutzellen im hohen Massstabe vernichtet. Für jede dieser Annahmensprechen viele Beobachtungen. Wird der Saft der Milzpulpa untersucht, so besteht derselbe aus unzähligen farblosen — und aus zerfallenen rothen Blutkörperchen, winzigen gelblichen Körperchen, und Körnchen (Molekeln), welche Trümmern rother Blutkörper-

chen entsprechen; ausserdem finden sich darin sog. Uebergangszellen, welche kleiner, lichter, weniger abgeplattet und widerstandsfähiger sind, als die normalen rothen Blutkörperchen, und welche für neugebildete (rothe) farbige Blutzellen angesprochen werden können (die im Blute der Milzvene gleichfalls vorhanden sind und den Uebergang von weissen zu farbigen Blutkörperchen darstellen). Es kann nach diesem Befunde somit angenommen werden, dass die weissen Blutkörperchen nicht allein im Knochenmarke, sondern in gewissem Maasse auch in der Milz die Umwandlung in farbige (rothe) erfahren können; obschon Neumann dem entgegen eine solche Wirkung der Milz durch Untersuchungen Anämischer nicht constatiren konnte. — Neuerer Zeit fand Winogradoff bei Thieren mit exstirpirter Milz die Lymphdrüsen weicher, und mit zahlreichen freien rothen Blutkörperchen versehen; daneben das Knochenmark ebenfalls verändert. Die neuesten Untersuchungen von Tauber nach Milzexstirpation lehren, dass Hunde danach anämisch werden; die Zahl ihrer farblosen Blutkörperchen zu-, die der farbigen abnimmt, ferner dass letztere auch kleiner werden; was auf die Bildung rother Blutkörperchen als Function der Milz hinweist.

Ferner werden in der Milz Pigmentkörnchen gefunden, die aus zerfallenden Blutzellen herstammen. Diess deutet dahin, dass ein Zerfall der rothen Blutkörperchen in der Milz erfolgt. Andererseits sind die Malpighi'schen Milzbläschen genau so gebaut, wie die Lymphdrüsen; es müssen somit sich darin Lymphkörperchen bilden können. Die grosse Zahl vorhandener farbloser Blutkörperchen in der Milzvene; ferner die sogen. lienogene Leukämie, eine Erkrankung, bei welcher die vergrösserte Milz massenhaft farblose Blutkörperchen producirt, weisen darauf hin. Man kann somit sagen, dass in der Milz sowohl Zerfall, als auch gleichzeitig Neubildung der Blutkörperchen vor sich gehe. In der Milz werden ausserdem verschiedene Zersetzungsproducte Leucin, Thyrosin, Xanthin und Hypoxanthin, sämmtlich als Resultate von Oxydationsprocessen der Albumine, ausserdem Ameisen-, Butter-, Milch- und Essigsäure, Cholesterin-, Bernstein- und Harnsäure; nach Salkowszky auch Glycerinphosphorsäure; ferner Inosit (Muskelzucker), eisenhaltiges Pigment, und nach Nasse auch freies Eisenoxyd gefunden. Diese Producte entstehen sämmtlich blos bei Zersetzung der Blutzellen und bei verschieden hochgradiger Oxydation des Albumin und anderer Substanzen. Es ist bereits erwähnt, dass man bei mikroskopischer Untersuchung der Milz auf grosse, den farblosen Blutkörperchen ähnliche Elemente stösst, in denen oft rothe Blutkörperchen (5—6) eingelagert sind. Diese Gebilde sollen nach Einigen, Zellen mit endogener Proliferation darstellen; andere sprechen sie für abgenützte, functionsunfähige, mit einer albumin-

artigen Substanz umzogene rothe Blutkörperchen an; nach Virchow sollen die rothen Blutkörperchen auf mechanischem Wege in die farblosen eingepresst werden, während nach Kosnetzow die farbigen, von den farblosen Blutzellen während ihrer amöboiden Bewegung aufgenommen werden sollen. Eine allgemeine Uebereinstimmung der Ansichten über diesen Gegenstand ist bisher nicht erzielt worden.

Nach Exstirpation der Milz werden die Lymphdrüsen des Körpers zumeist vergrössert gefunden. (Die Exstirpation der Milz kannte schon Galen, beim Menschen wurde dieselbe bisher 50mal, darunter mehrfach mit günstigem Ausgange ausgeführt.) Gleichzeitig bemerkt man eine Steigerung der Blutbereitung und der Function des Knochenmarkes. An Fröschen fanden sich nach Exstirpation der Milz am Darme braunrothe Knoten, welche für substituirende Organe der Milz angesehen wurden. Diese sämmtlichen Erscheinungen deuten darauf hin, dass nach Exstirpation der Milz in den Lymphdrüsen und dem Knochenmarke die Tendenz zu erhöhter Action, behufs Production grösserer Mengen rother und weisser Blutkörperchen vorherrscht.

Die Annahme von Schiff und Herzen, dass in der Milz eine Fermentsubstanz gebildet werde, welche die Verdauungsfähigkeit des Pankreas steigert; ebenso die Erfahrungen von Schiff, dass nach Exstirpation der Milz die verdauende Eigenschaft des Pankreas leide, die des Magens jedoch gesteigert würde, ist bisher von anderer Seite nicht constatirt. Thiere mit exstirpirter Milz bleiben angeblich mager.

Reizung der Milz mittelst des elektrischen Stromes bedingt Schrumpfung derselben; die Leber wird hingegen dabei vergrössert, woraus geschlossen werden kann, dass die Functionen beider Organe miteinander im Zusammenhange stehen, obschon man diess aus der ungleichen Blutvertheilung derartig zu erklären suchte, dass das Blut aus der zusammengeschrumpften Milz nothwendigerweise zur Leber strömen und diese somit vergrössern müsse.

Während der Verdauung schwillt die Milz an; der Grund dafür liegt in der, nach Nahrungsaufnahme erfolgenden (physiologischen) Hyperämie sowohl der Verdauungs-, als auch der benachbarten Organe.

Function der Leber als Blutdrüse.

Die Leber, als das Galle und Glycogen producirende Organ, wurde bereits bei der Physiologie der Ernährung abgehandelt; wir haben an dieser Stelle blos ihre Eigenschaft als Blutdrüse zu betrachten. Ihre Function in dieser Richtung kann man entweder dadurch untersuchen, dass man das ihr zugeleitete und von ihr abgegebene Blut untersucht; oder ihre Substanz chemisch ana-

lysirt wird, oder wenn schliesslich jene Alterationen in Beobachtung kommen, welche nach Exstirpation der Leber auftreten.

Bezüglich der Blutunterschiede in den zu- und ableitenden Blutgefässen wurde gefunden: dass das Pfortader-Blut nach Untersuchungen von Lehmann und C. Schmidt an Wasser, Salzen, Fetten, Albuminen und Fibrin reicher ist, als dasjenige der aus der Leber ableitenden Vene; welches hinwieder grössern Reichthum der farblosen und farbigen Blutkörperchen, an Extractivstoffen und Zucker aufweist. Das Lebervenenblut gerinnt blos unvollständig.

Die Armuth des Lebervenenblutes an Salzen, Alkalien und Blutfarbstoffen rührt daher, dass daraus die Galle gebildet und vielleicht zu diesem Behufe ein Theil der rothen Blutkörperchen aufgebraucht wurde, wesswegen die farblosen Blutkörperchen in der Lebervene relativ zahlreicher vorhanden sind. So viel steht fest, dass (nach Hirt) die Zahl der farblosen Blutkörperchen zu der der rothen im Blute der Pfortader sich verhält wie 1 : 524, hingegen in dem der Lebervene wie 1 : 136. Es müssen somit auch in der Leber die rothen Blutkörperchen entweder zu Grunde gehen, oder die farblosen vermehrt werden. In der Leber sind auch kleinere, blässere Blutzellen gefunden worden; woraus Lehmann den Schluss zog, dass neben der Zerstörung der farbigen Blutkörperchen hier eine Neubildung dieser Elemente vor sich gehe. Einige Befunde deuten sowohl auf die Zertrümmerung der rothen, als auch auf die Neubildung von sowohl rothen, als farblosen Blutkörperchen in der Leber hin; über die Function der Leber als Blutdrüse jedoch herrscht bisher unter den Autoren gleichfalls keine Uebereinstimmung.

(Ueber die übrigen Eigenschaften der Leber, als Galle und Glycogen bereitendes Organ, vgl. Physiologie der Ernährung.)

V. Abtheilung.

Physiologie der Athmung.

Structur der Athmungsorgane.

Vergleichende Angaben.

Die Thiere besitzen entweder Luft- oder Wasserathmung. Erstere kommt beim Menschen, den Säugethieren, Vögeln, den meisten Amphibien, und unter den Wirbellosen bei den Käfern, Arachniden, Myriapoden und einigen Gasteropoden vor; letztere findet sich unter den Amphibien, bei den Larven der Batrachier und den Perennibranchiaten, ferner den Fischen und den übrigen hier nicht angeführten Wirbellosen.

Wasserathmung. Diese wird entweder durch die äussere Haut des gesammten Körpers, oder aber durch Kiemen vermittelt. Rechnet man die contractilen Blasen der Holothurien und Infusorien ebenfalls zu den

Athmungsorganen, so muss noch eine dritte, durch Einstülpung der Aussenhaut entstehende Athmungsfläche angeführt werden.

Luftathmung. Diese erfolgt entweder durch das Lungen-, oder das Tracheensystem.

Athmungsapparat der Wirbelthiere.

A) Luftwege. Die Luftröhre ist kurz bei den Walen, den Schildkröten und Salamandern, und fehlt bei Rana, Bufo und Pipa (Fröschen). Ihre Gestalt ist beim Menschen vorne drehrund, an der hintern Fläche etwas abgeplattet, ebenso auch bei den Affen und anderen Säugethieren; bei anderen vollkommen cylindrisch (bei einigen Nagern, Raubthieren, dem Pferde, den Vögeln und meisten Amphibien), oder seitlich zusammengedrückt, mit einer scharfen Kante nach hinten versehen (beim Rinde und anderen Wiederkäuern), oder aber (wie bei einigen Tauchervögeln) (Mergus) mit einer, oder mehreren Ausbuchtungen ausgestattet; letztere haben bei diesen Thieren die Bestimmung von Luftreservoiren. Einige Thiere besitzen an der Trachea einen schlauchförmigen Anhang (einige Vögel und Amphibien; z. B. der neuholländische Casuar und das Chamäleon). Meistentheils verläuft die Luftröhre gerade, doch zeigen einige Säugethiere, noch mehr einige Vögel, einen gewundenen Verlauf derselben. Beim Faulthiere biegt sich die Luftröhre, zieht nach auf- und wieder abwärts, um sich nachher in die Bronchien zu theilen. Die Windung der Luftröhre nimmt bei den Vögeln entweder unter der Haut (beim Auerhahn, den Höckerhähnen [Craxalector]), im Brustbeine (beim Kranich [Grus cinereus], beim Schwan [Cygnus musicus]), in der Gabel (wie beim Perlhuhn [Numida], dem Jaku-Huhn [Penelope] und dem neuholländischen Schwan [Cygnus plutorius]; endlich im Thoraxraume (wie beim Löffelreiher [Platalea]) Platz. Gebildet wird die Luftröhre durch entweder vorne, oder seitlich geschlossene Knorpelringe, welche nach hinten von der Speiseröhre durch eine musculöse Membran abgegrenzt werden (Mensch); oder aber die Knorpel berühren sich hinten (Rind), oder sind übereinandergebogen (Pferd); es finden sich ferner knorpelige Verbindungsglieder zwischen die hinteren freien Knorpelringenden eingeschaltet (Strauss); oder aber sind die Ringe vollkommen abgeschlossen (Vögel und die meisten Amphibien). Bei einigen Vögeln ist die Luftröhre durch eine knorpelige Längsscheidewand in zwei Abschnitte getheilt (Pinguine [Aptenodytes]); oder aber auch, wie bei den meisten Singvögeln, Krähen (Corvus Turdus, Fringilla), einigen Sumpfvögeln (Ardea, Grus), den Schwimmvögeln (Enten, Gans, Schwan, Mergus, Colymbus u. s. f.) verknöchert. Luftröhrenäste (Bronchien) sind zumeist zwei vorhanden, Thiere mit nur einer Lunge besitzen blos einen Bronchus (Schlangen). Bei den Wiederkäuern, dem Schweine und den Walen theilt sich die Luftröhre in 3 Bronchien, deren dritter zur rechten Lunge gelangt und kleiner als die beiden anderen Hauptäste ist.

B) Lungen. Säugethiere, Vögel und Amphibien besitzen Lungen; unter den Fischen sind mit solchen die Dipnoi (Doppelathmer) versehen, die wegen ihres Aufenthaltes in Sümpfen und im Schlamme auf Luftathmung angewiesen sind, trotzdem sie durch Kiemen ebenfalls athmen.

Einfache Säcke stellen die Lungen der meisten Amphibien (Sauriern, Ophidien, Batrachiern und Perennibranchiaten), ferner bei den Dipnoi (Lepidosiren) dar. Bei den Krokodilen und den Schildkröten, noch mehr bei den Vögeln und den meisten Säugern besitzen die Lungen mehr minder zahlreiche, verästelte Hohlräume. Die Verzweigung ist bei den Schildkröten und den Krokodilen blos eine geringe; besser ausgeprägt tritt sie schon bei den Vögeln zu Tage, am vollkommensten jedoch bei den Säugern, wo die feinsten Luftästchen (Bronchiolen) in's Lungeninfundibulum (Trichter) übergehen. Letztere werden durch zahlreiche, in einander mündende winzige Hohlräume, die sogen. Lungenbläschen (Fig. 113, 114 u. 115 *L*) zusammengesetzt. Sämmtliche Wirbelthiere besitzen zwei Lungen, entweder von gleicher Grösse, oder aber solche, von denen eine an Grösse

prävalirt. So ist beim Menschen und den Säugethieren — wenn eine Abweichung vorhanden — immer die linke Lunge kleiner. Die Lungen der Vögel und Amphibien sind gleich gross; während bei den Schlangen und den schlangenähnlichen, fusslosen Sauriern die linke Lunge entweder sehr klein, oder gar nicht vorhanden ist. Hingegen ist bei den fusslosen Sauriern die rechte Lunge kleiner. Die Lunge beim Menschen und den Säugethieren zeigt lappigen Bau; die rechte Lunge der letzteren besitzt oft 4—5, die linke oft blos zwei Lappen. Bei den Carnivoren und den Nagern liegt einer der vier Lappen unter dem Pericardium und zwar zwischen diesem und dem Zwerchfelle, als sogen. Lobus intracardiacus in einer eigenen Tasche der rechten Pleura. Einige Edentaten haben Lungen ohne lappigen Bau, bei den Vögeln und Amphibien gilt diess — wie erwähnt — als Regel.

Die Lungen der Vögel sind hinten an den Brustkorb angewachsen und besitzen demnach den Rippen entsprechende Einschnitte. Daneben stehen damit die sogen. Luftzellen (Cellulae aëreae) in Verbindung. Sie hängen durch an der Oberfläche der Lungen mündende Kanäle mit den tieferen Bronchialästen derartig zusammen, dass sie bei der Inspiration durch letztere mit Luft gefüllt werden. Man findet solche entlang des ganzen Stammes; am Halse, der Brust- und Bauchhöhle, dem Becken, die insgesammt mit den Hohlräumen der Knochen (den Oberarmen, Schenkelknochen, Schulterblättern, dem Beckengürtel, Wirbelsäule, sogar den Schädelknochen) zu dem Zwecke communiciren, damit das specif. Gewicht der Thiere beim Fluge verkleinert werde. Bei Vögeln von ausgezeichneter Flugkraft ist dieses Lufträumesystem ungemein ausgebildet, wo die Knochenhohlräume ebenfalls zum grössten Theil lufthaltig sind; hingegen weisen die schwerfliegenden Vögel (Strausse, Pinguine) ein diessbezügliches System nur sehr unvollkommen auf. Diese Räume können zugleich als Luftreservoire betrachtet werden, deren Luft beim Fliegen zur Oxydation verwendet wird. Die am Ende der Lunge der Schlangen befindliche Blase kann gleichfalls für ein derartiges Luftreservoir angesehen werden, und dient dazu, damit das Thier bei längerem Aussetzen der Athmung — z. B. beim stundenlangen Herabschlingen eines grössern Raubbissens — über genügende Luft zur Oxydation verfügen könne. Aehnliche bläschenartige Lungenadnexe besitzt der Proteus anguineus, und andere Perennibranchiaten, wahrscheinlich auch mit derselben Bestimmung.

Das Athmungsorgan der Wirbellosen. Lungenähnliche Athmungsapparate.

Die Erdschnecken und einige im Wasser lebende Gasteropoden (Helix, Limax, Cymnaeus, Parmacella, Testacella, Planorbis u. s. f.) haben sackähnliche Lungen, deren Innenraum — Athmungs-Lungenraum — nach aussen mit einer contractilen Athmungsöffnung versehen ist. Diese liegt am Kopfe neben der Afteröffnung; nur bei Testacella und Vaginulus mündet sie am hintern Ende des Körpers. Die Innenfläche des Lungenraumes ist durch ein baumartig verzweigtes, zum Athmen bestimmtes Gefässnetz ausgezeichnet. Einige Wasser-Gasteropoden (Onchidium, Ampullaria) athmen sowohl durch Lungen, als auch Kiemen.

Respirationsgefässsystem (Trachealsystem). Das Respirationsgefäss- (Tracheal-) System ist ein elastisches, baumförmig verzweigtes Gefässsystem, welches durch die sogen. Respirationsöffnungen (Stigmata) in's Freie mündet; da es sich in den Organen verzweigt, so führt es denselben atmosphärische Luft von aussen zu. Ein solches besitzen die Arthropoden, Myriapoden und Arachniden zu eigen. Die Stigmata sind gewöhnlich paarweise je 3—8—10 am Körper der Thiere vorfindlich; nur der Kopf, der Metathorax und der Hintertheil des Körpers entbehren dieser Oeffnungen. Sie sind mit Klappen versehen und entspringt aus ihnen der Trachealstamm, welcher, in den Körper eingehend, sich in den einzelnen Organen äusserst fein verzweigt. Die beiderseitigen Trachealstämme communiciren miteinander durch Seitenäste. Käfer mit schnellem Fluge, besitzen an den Trachealästen ausserdem noch sackförmige Ausbuch-

tungen (so der Maikäfer ausnehmend viele). Man kann denselben die gleiche Aufgabe, als den Luftzellen der Vögel zuschreiben, sie sollen nämlich das spec. Gewicht des Körpers beim Fliegen vermindern. Die Hymenopteren und Schmetterlinge besitzen deren wenige, jedoch grössere; bei den Dipteren ist nur ein Paar, jedoch die Bauchhöhle beinahe ganz ausfüllender, derartiger Luftsäcke vorhanden. Manche Wasserkäfer haben keine Stigmata. Ihre Stelle vertreten am Körper Borsten oder hervorspringende Platten, in denen die Wurzeln der Tracheen belegen sind, und welche die Luft des Wassers absorbiren; man könnte sie als Tracheal-Kiemen bezeichnen (bei Larven der Ephemeriden). Solche finden sich auch am Mastdarme vor, und da durch die Contraction derselben Wasser aufgezogen wird, so geht dieses dann in's Tracheal-System über (in den Larven der Libellen, Aeschna grandis). Einige Wasserkäfer heben, wenn sie an die Oberfläche kommen, ihre Flügeldecken empor und nehmen auf diese Weise reine Luft auf, die in die unter den Flügeldecken mündenden Stigmata eindringt; manche Hemipteren, mit eigenen am Hintertheil des Körpers ausmündenden Luftkanälen, strecken diese behufs Luftaufnahme aus dem Wasserspiegel heraus. Bei einigen Käfern, den Phryganeen und Tipuliden, fehlen diese Kiemenapparate; die Luftaufnahme geschieht hier durch die äussere Körperfläche, unter welcher sich das Trachealsystem ausbreitet. Bei der Mehrzahl der Arachniden, besonders den Spinnen und Skorpionen, theilt sich jeder einzelne aus dem Stigma hervorgehende Ast nach kurzem Verlaufe in breite blattförmige Zweige ab, welche wie Buchblätter neben einander liegen und das Aussehen einer aus Lungenbläschen zusammengesetzten membranösen Blase darbieten. Man hat sie daher als Lungen (zum Unterschiede von den Tracheen) angesprochen; da ihnen jedoch ein Gefässsystem abgeht, können sie höchstens als eine Uebergangsform zu Lungen bezeichnet werden.

Die Wasserathmungsapparate der Wirbelthiere. Das Kiemensystem der Fische.

Dieses besteht aus den Kiemen und dem durch die Kiemenbögen (Arcus bronchiales) gebildeten Stützapparate. Die Kiemen, im sogen. Kiemenraume liegend, werden theils durch knöcherne, theils durch membranöse Decken (Membrana branchiostega) eingeschlossen. Der Kiemenraum mündet durch eine grosse Spalte (die Kiemenspalte) nach aussen, besitzt aber gegen die Mundhöhle zu 5 spaltförmige Ausgänge (die inneren Kiemenspalten). Durch diese gelangt das durch den Mund aufgenommene Wasser in den Kiemenraum, umspült hier die Kiemen, und wird durch die Kiemenspalte nach aussen entleert.

Structur der Kiemen. Diese bestehen aus schmalen, dreieckigen, spitzauslaufenden, in zwei Reihen angeordneten, mit Schleimhaut bekleideten Knorpelplatten, oder -Stäbchen, deren Hauptbestandtheil das aus der Arterie und Vene gebildete Athmungsgefässnetz ist. Zu jeder Platte läuft in der äussern Furche des Kiemenbogens eine Arterie, die in Capillaren zerfällt, aus welchen sich auf der entgegengesetzten Seite die Vene zusammensetzt. Die Knochenfische haben an jeder Seite vier Kiemen, die dadurch vermehrt erscheinen, dass am Kiemendeckel noch Nebenkiemen aufsitzen (Stöhr, Lepidosteus u. s. f.). Es kommen jedoch auch weniger Kiemen vor, so bei den Labroiden $3^1/_2$, bei Dodon, Tetrodon, Lophius und Tribranchus 3, beim Amphipneus blos deren 2.

Schliesslich kommen auch falsche Kiemen (Pseudobranchii) — bei den Plagiostomen und einigen Knochenfischen — vor, die kein Gefässnetz enthalten. Merkwürdig und von dem anderer Fische gänzlich verschieden ist das Kiemensystem der Cyclostomen. Diese besitzen zu jeder Seite 6—7 faltige Kiemensäcke, welche mit den inneren Kiemengängen (Ductus branchiales interni) entweder in die Speiseröhre (Myxinoiden), oder aber in einen hinter dem Oesophagus belegenen, hinten blind endigenden Kanal — den gemeinsamen innern Kiemengang (Ductus branchialis

communis) — münden, der, an der Mündung mit einer Klappe versehen, in die Mundhöhle führt. Nach aussen gehen daraus die sogen. äussern Kiemengänge (Ductus branchiales externi), welche sich entweder an der Seite des Körpers anschliessen (Petromyzon), oder aber wieder in einen gemeinsamen äussern, an der Bauchseite des Körpers mündenden Kiemengang, auslaufen.

Der einen Uebergang zu den Würmern bildende Lanzettfisch (Amphioxus lanceolatus) hat ein membranöses Kiemenrohr, aus welchem vorne die Mundöffnung, hinten die Speiseröhre entspringt, während sich zahlreiche Spalten an der Seite befinden. Durch diese gelangt das durch den Mund aufgenommene Wasser in die Bauchhöhle und wird von hier durch die vor dem After belegene Oeffnung (Porus abdominalis) entleert.

Die Schwimmblase der Fische (Vesica natatoria) ist ein durch Ausstülpung der Speiseröhre entstandenes, persistirendes, lungenähnliches Organ. Bei einigen Fischen communicirt dieselbe auch nach erfolgter Ausbildung durch den sogen. Ductus pneumaticus mit der Lunge, dient jedoch nicht zum Athmen, sondern ist angeblich ein hydrostatischer Apparat, dazu bestimmt, das Aufsteigen und Sinken der Fische im Wasser zu regeln. Die Wandungen dieses Organes sind reich an Muskelelementen, durch deren Contraction das Volum kleiner und somit das spec. Gewicht des Körpers grösser wird; bei entgegengesetzter Action tritt Verminderung des spec. Gewichtes ein. Die Leptocardien, Cyclostomen und Plagiostomen haben keine Schwimmblase.

Wasserathmungsapparat der Wirbellosen.

Nicht allen Wirbellosen kommen Athmungsorgane zu; bei vielen vermittelt die Körperoberfläche den Gaswechsel zwischen dem Wasser und dem den Körper durchgehenden Chylus (Strudelwürmer, Blutegel, Spulwürmer Rotatorien, Coelenteraten und Protozoën).

Andere Wirbellose haben ein Wassergefässsystem, in dem das Wasser circulirt, deren Oxygen dann der Körper ausscheidet. So besitzen die Crustaceen (mit Ausnahme der Myria- und einiger Laudisopoda) Kiemen, oder kiemenähnliche Formationen, welche theils an den Füssen angebracht oder theils einzelne Füsse zu solchen umgewandelt sind. Sie weisen in diesen Fällen Blatt-, Lanzen-, oder Birnformen auf.

Bei den Decapoden liegen solche in Kiemenräumen. Ein eigener, beweglicher Peitschenapparat (Flagellum) treibt das Wasser zu den Kiemen der kurzschwänzigen Krebse.

Bei den meisten Würmern fungirt die äussere Haut als Athmungsorgan. Andere (Ringwürmer und Rotatoria) nehmen das Wasser in die Körperhöhle auf, oder besitzen ein Wassergefässsystem. Die Ringwürmer, deren Haut zum Athmen ungeeignet ist, oder solche, die in Röhren leben, haben echte Kiemen, als um den Kopf angeordnete Taster-ähnliche Gebilde (Capitibranchiata). Bei wieder anderen, und zwar den frei lebenden, sind am Körper blattförmige, oder sich baumförmig verzweigende Anhänge vorfindlich, die am Rücken angebracht (Rückenkiemen) sind, und ihnen den Namen der Dorsibranchiaten geben.

Die Mollusken — ausgenommen die luftathmenden Gasteropoden — sind Wasserathmer und besitzen Kiemen, während bei den schalenlosen und den mit feiner Haut versehenen letztere die Athmung vermittelt (einige nackte Pteropoden und Heteropoden, und unter den Gasteropoden die Apneusten). Bei den Lamellibranchiaten sind die Kiemen blattförmig angeordnet, und liegen zwischen Mantel und Körper.

Die beiden blattförmigen Kiemen der Tunicaten und Muscheln (Doppelschaligen) sind zu einem Kiemensacke verwachsen; die Mantelblätter hingegen zu einem Mantelraume geschlossen, der die Kiemen birgt. Der Mantelraum enthält zwei Oeffnungen, deren vordere das Athmungswasser und die Nahrung in den Kiemensack leitet (Kiemenöffnung), während die

hintere (Kloakenöffnung) das die Kiemen umspült habende Wasser und die Fäces hinausbefördert.

Die Echinodermen — obzwar mit zur Athmung untauglicher Haut — besitzen keine vollständigen Kiemen. Eine Art Luftwechsel erfolgt hier durch directe Aufnahme des Wassers in den Körperraum; eine andere durch verzweigte Röhren, an deren Wänden blutführende Capillargefässe angebracht sind (einige Echiniden haben an der Mundöffnung kiemenartige Formationen); und schliesslich durch die sogen. Wassergefässe (bei allen Echinodermen, am schönsten bei den Asterien, Holothurien und Echiniden zu finden). Diese bestehen aus einem hinter der Mundöffnung befindlichen, den Verdauungstrakt ringförmig umfassenden Kanale, aus welchem zumeist 5 Gefässstämme radiär ausstrahlen; diese gehen zu den hohlen Ambulaclarfüssen und ergiessen ihr Secret in dieselben. Auf dem ringförmigen Kanale sitzen zahlreiche gestielte contractile Blasen (die Poli'schen Blasen, Ampullae Polianae, seu centrales) auf, welche als centrale Motoren des gesammten Gefässsystems fungiren. Das Wassergefässsystem steht mit der Aussenwelt entweder direct, oder mittelbar in Verbindung.

Bei den Coelenteraten sind Verdauungstrakt und Gefässsystem als sogen. Gastrovascular-System vereinigt, wesshalb diesen ein eigener Athmungsapparat fehlt. Das Wasser dringt in den Verdauungskanal und die Körperhöhle ein und wird der Gasaustausch sowohl auf diesem Wege, als auch durch die den Mund umgebenden Tastorgane vermittelt.

Die Urthiere (Protozoa) haben keinen eigentlichen Athmungsapparat; hier dient entweder die Körperhöhle, oder der Körper selbst als Träger des Gasumtausches. Nicht unwahrscheinlich ist es, dass die contractile Blase der Infusorien mit der Athmung in engerem Zusammenhange steht.

Histologische Structur des Kehlkopfes, der Luftröhre und der Lungen*).

Der Kehlkopf wird von der Rachenhöhle durch den Kehldeckel (Epiglottis) abgeschlossen, dessen Substanz aus mit Bindegewebe und Schleimhaut umkleidetem Netzknorpel besteht. Die Schleimhaut desselben ist von flachem Plattenepithel bedeckt.

Unter der Epiglottis sehen wir die Stimmritze, welche durch die oberen falschen und die unteren echten Stimmbänder geschlossen, oder geöffnet werden kann, je nachdem der Mensch, oder das Thier einen Ton erzeugt. Die falschen Stimmbänder bestehen aus mit einschichtigem Plattenepithel bedeckten Muskelelementen; die echten werden aus elastischen Fasern und Bindegewebe zusammengesetzt und sind ebenfalls von einschichtigem Plattenepithel bekleidet. Zwischen beiden Stimmbändern befindet sich eine längsverlaufende Furche, der sogenannte Sinus Morgagni (vgl. Sprache und Stimmbildung). Die Luftröhre ist aus offenen, oder geschlossenen ringförmigen Knorpelstücken gebildet, welche durch Bindegewebe und Muskelelemente zusammengehalten werden. Beim Menschen und einigen Thieren sind die offenen Knorpelringenden mittelst einer längsverlaufenden, mit der ent-

*) Die Structur der Nasenhöhle wird bei dem Geruchsorgane abgehandelt; diejenige der Mundhöhle fand bei dem Verdauungskanale eingehende Erörterung.

sprechenden Wand der Speiseröhre eine gemeinsame Wand darstellenden Weichtheilschichte verbunden. Nach innen sind die Luftröhre (Trachea) und die Bronchien (Fig. 113 *H—h*) mit faltiger Schleimhaut ausgekleidet, in der zahlreiche elastische Fasern verlaufen. Die Schleimhaut selbst ist mit cylindrischen Flimmerzellen (*c*) bedeckt, unter welcher Bindegewebe, glatte Muskelfasern (*i*), und eine Schichte hyalinen Knorpels (*p*) gelegen sind, welche Theile vom Epithel durch eine Basalmembran geschieden

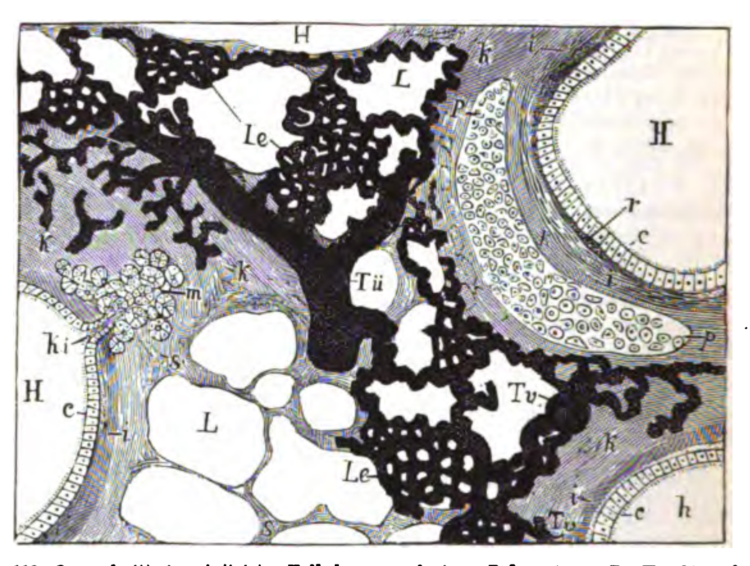


Fig. 113. Querschnitt einer injicirten Kalbslunge, nach einem Präparate von Dr. Haslinszky: einzelne Theile des bei 80facher Vergr. gezeichneten Präparates sind behufs schematischer Darstellung aneinander geschoben. *H—H* = grössere mikroskopische Bronchien; *h* = kleine Bronchien; *L* = Lungenbläschen; *Le* = Capillarsystem der Lungenbläschen; *Tü* = grössere mikroskopische Aeste der Lungenarterie; *Tv* = Aeste der Lungenvene; *ki* = Ausführungsgang einer Bronchialdrüse; *c* = Flimmerepithel der Bronchien; *r* = Reticulum; *i* = Muskelschichte; *p* = Knorpel in der Bronchialwand; *k* = Bindegewebe, welches die Scheidewände (*S*) um die Lungenbläschen bildet.

sind. Nach aussen von diesen Theilen nimmt an der Trachea und den Bronchien eine bindegewebige elastische Fasern enthaltende, mit Endothelzellen besetzte Membran Platz; die kleinen Bronchien hingegen werden vom Lungengewebe begrenzt. Diese Fasermembran ist gegen die Speiseröhre zu reicher an elastischem Gewebe, und enthält ausserdem in einzelnen Bündeln längsverlaufende glatte Muskelelemente. Die ringförmig angeordneten glatten Muskelfasern verbinden die Enden der knorpeligen Ringe, indem sie mit ihren Spitzen an dem Knorpel anhaften. An der Schleimhaut münden weiter verästelte tubulöse Drüsen (*m*) mit grössern lichten, und kleinern dunklern Secretionszellen, in deren Ausführungsgänge die Flimmerzellen hineinragen. Diese Drüsen

secerniren Schleim, welcher von dem gegen die Mundhöhle gerichteten Flimmerschlage nach aufwärts befördert wird.

Die Nerven ziehen bis in das Mucosagewebe, verästeln sich darin, und stehen mit Ganglienzellen in Verbindung, ihre Endigungsweise ist bisher noch nicht ermittelt.

Die Lymphgefässe sind in der Trachea zahlreicher vertreten, als die Blutgefässe und Nerven.

Die Luftröhre (Trachea) theilt sich unten in zwei Hauptäste: die sogenannten Bronchien (Luftröhrenäste) (*H*, Bronchi) diese zerfallen baumförmig in kleinere Aestchen, und werden dann Bronchioli (*h*) benannt. Der Knorpel verliert in den Bronchien seine Ring-, oder halbmondförmige Gestalt und wird zu Platten, die mit zunehmender Verästelung und Verzweigung immer kleiner werden, bis sie endlich ganz aufhören; so dass die Endzweige der kleinsten Bronchiolen nunmehr aus einer ringförmig geschlossen verlaufenden, muskelelemente-haltigen und innen homogenen Membran, und den, diese bedeckenden Flimmerepithelien bestehen. Das Epithel derselben ist niedriger; Schleimdrüsen sind keine mehr vorhanden, jedoch finden sich Schleim absondernde Becherzellen bis in den kleinsten Luftröhrenverzweigungen vor.

Fig. 114. Lunge des Frosches, aufgeblasen, getrocknet und deren rechte Hälfte aufgeschnitten. *L* = Lungenbläschen (Lungenzellen) innere Ansicht; *a* = äussere Grenzen der Lungenbläschen; *b* = Lungenbläschen (äussere Ansicht); *c* = Lungeneingang, in welchen ein Glasrohr (*ü*) eingebunden ist.

Die Flimmerepithelien hören am Uebergange der feinsten Bronchiolen in das sogen. Infundibulum auf, die dieses zusammensetzenden Lungenbläschen sind mit grossen, flachen (platten) Endothelzellen ausgekleidet. Beim Menschen und den Säugethieren gehen die feinsten Bronchiolen in den Trichter (Infundibulum) über. Mehrere Infundibula bilden das Lungenläppchen (lobulus), aus deren Vereinigung der Lappen (lobus) entsteht. Das Infundibulum ist derartig gebildet, dass die aus den feinsten Bronchiolen sich fortsetzende homogene Membran nach innen Scheidewände erhält, wodurch der Trichter in mehrere mit einander communicirende Räume, die sogen. Malpighischen Lungenbläschen (*L*) zerfällt.

Die Lunge des Frosches kann man ihrem Baue nach mit dem Lungeninfundibulum eines grössern Thieres vergleichen (s. Fig. 114).

Die Lungenbläschen (Fig. 113, 114, 115 *L*) zeigen Hohlräume von verschiedener Grösse und Gestalt. Die innere Wand derselben besteht aus einer structurlosen, elastischen, kernhaltigen Membran, in welcher ein Netzwerk feinster bindegewebiger und elastischer Fasern vorhanden ist. Das die Lungenbläschen umgebende Bindegewebe (*k*) — das Septum — führt ausserdem noch glatte Muskelelemente (Moleschott), welche (nach Rindfleisch) an den Uebergängen der Bronchioli in die Infundibula sogar vollkommene Sphincteren bilden.

In den Lungen höherer Thiere und des Menschen verzweigen sich dreierlei Gefässe. Als erste nennen wir die Bronchialarterien, durch welche die Bronchien, das Lungengewebe, die Wände der Blutgefässe, die Lymphdrüsen und Lymphgefässe, endlich die viscerale Pleura mit Blut versehen werden. Während ihrer capillären Verzweigung gehen sie theils in die Anfänge der Lungenvenen, theils in besondere Venen über, welche als sogen. Bronchialvenen in die Vena azygos, in die Intercostalvenen, oder in die obere Hohlvene einmünden.

Ausserdem verzweigt sich in der Lunge die Lungenarterie (Fig. 113 *Tü*) (Arteria pulmonalis) und bildet besonders um jedes Lungenbläschen ein dichtes Capillarnetz (*Le*), dessen Blut den Gasaustausch vermittelt. Diese Capillarnetze lassen zwischen sich einzelne mit Endothel bekleidete Inselchen aus, und vereinigen sich dann zu Lungenvenen (Venae pulmonales, *Tv*). Das Capillargefässnetz der Lungenbläschen ist mit einer Schichte Endothel bekleidet, während nach Einigen die Endothelien nur den Inselchen zukommen, somit die Capillargefässe mit der Luft in unmittelbaren Contact gelangen sollen. Die Endothelzellen (Fig. 115 *e*) sind polygonal, zwischen dieselben sind einzelne kleinere Schaltzellen (*t*) untergebracht, deren Bestimmung jedoch nicht bekannt ist. Das Vorkommen dieses sogen. Lungenepithels wurde früher in Abrede gestellt. Luschka behauptete ferner, dass diese Zellen im embryonalen Zustande beim Menschen vorhanden sind, später aber fehlen. Neuere Untersuchungen — besonders nach Imprägnation mit Höllenstein, oder nach des Verfassers seit Jahren geübter Methode (wonach die Lunge durch die Trachea mit Höllensteingelatine ausgespritzt, und nach dem Erstarren die gefertigten Schnitte in essigsaurem Wasser bis zur erfolgten Bräunung dem Lichte ausgesetzt und darauf in Glycerin untersucht werden) — lehren evident, dass die Lungenbläschen mit Endothelzellen ausgekleidet sind.

Die nachstehende Fig. 115 zeigt das Endothel (*e*) einer mit gelatinöser Höllensteinlösung injicirten und imprägnirten Katzenlunge. Zwischen den grösseren plattenähnlichen Zellen findet man die, an den Vereinigungsstellen derselben eingesetzten Schaltzellen (*t*), ausserdem in der intercellulären Kittsubstanz kleine

Oeffnungen, die als Lymphstigmata (Stomata) gedeutet werden. Das Verhältniss derselben zu den Lymphwegen ist noch dunkel. Verfasser konnte an Froschlungen nach Höllenstein-Imprägnation die Wahrnehmung machen, dass in den zwischen den Lungenbläschencapillaren restirenden Inselchen sich Spalträume (Saftkanälchen) nachweisen lassen, deren einzelne Fortsätze mit Capillaren in Verbindung treten. Dasselbe Verhältniss kommt bei den Warmblütern wahrscheinlich auch vor.



Fig. 115. Schnitt durch die mit Höllensteingelatine ausgespritzte Katzenlunge; 220fache Vergrösserung. e = Lungenepithel(Endothel)zellen; t = Schaltzellen; L = Lungenbläschen; S = Scheidewand der letzteren, gleichfalls mit Endothel bedeckt.

Die Lunge besitzt sowohl Lymphgefässe als -Drüsen. Erstere verlaufen in zwei Schichten, und zwar bilden sie unter der visceralen Platte der Pleura und in den tieferen Parthien des Lungenparenchyms reiche Netze, die untereinander durch einzelne Gefässäste communiciren.

Zwischen dem parietalen und visceralen Blatte der Pleura ist etwas Serum angesammelt; wohl zu dem Zwecke, damit beide Flächen glatt erhalten und nicht (wie diess sonst bei Brustfellentzündung der Fall) miteinander verkleben.

Die Nerven der Lunge sind der N. vagus und sympathicus; sie versorgen dieselbe wahrscheinlich mit sensiblen und zugleich vasomotorischen Aesten. Zweifellos ist es, dass die motorischen Nerven zugleich die glatten Muskelfasern des Lungenparenchyms innerviren, und dass diese Aufgabe dem Vagus zufällt. Stellenweise stehen die Nervenfasern mit Ganglien in Verbindung.

Das Brustfell (Pleura) besteht aus Bindegewebe und elastischen Fasern, und ist mit grossen, platten Endothelzellen belegt, zwischen denen man die sogen. Stomata wahrnimmt, welche nach den Untersuchungen von Ludwig, Dybkowszky und Dogiel mit den zwischen den Epithelen vertheilten Safträumen zusammenhängen, und aus denen die seröse Flüssigkeit der Pleurahöhle ausströmt.

Mechanismus der Athmung.

Beim Athmen unterscheiden wir drei Phasen, das Einathmen (Inspiratio), das Ausathmen (Exspiratio) und die darauf

folgende Pause. Die Pause kann von längerer, oder kürzerer Dauer sein, und bis zu einer bestimmten Grenze durch den Willen des Menschen oder Thieres erstreckt werden. Zwischen In- und Exspiration gibt es kein Ruhestadium, sondern die Inspiration geht unmittelbar in die Exspiration über. Erstere ist angeblich immer von kürzerer Dauer, als letztere. Nach Vierordt ist das Verhältniss zwischen beiden wie 10: 14—24. Die Pause beträgt etwa $^1/_5$—$^1/_3$ der ganzen Athmung (In- und Exspiration und Pause); diess hängt aber von verschiedenen Veränderungen der auf die Athmung einwirkenden Factoren, in gewisser Hinsicht aber auch von dem Willen des Menschen, oder Thieres ab. Die Zahl der Respirationen ist verschieden, immerhin aber eine geringere als die des Pulses, und entfällt auf ungefähr vier Pulsschläge eine Respiration. Arbeit und andere Factoren beeinflussen die Zahl der Respiration sowohl beim Menschen, als bei den Thieren. So ist bekannt, dass das Pferd im Ruhezustande etwa 10mal respirirt (Colin). Dasselbe Versuchsthier athmete nach einigen hundert im Schritt zurückgelegten Metern bereits 28mal, nach 5 Minuten langem Traben 52mal, in der darauf folgenden Pause von 3 Minuten 40mal.

In dem hierauf ausgeführten 5 Minuten dauernden Galopp athmete das Thier 52mal in der Minute. Aus mehrfachen, mit graphischen Darstellungen verbundenen Experimenten wurde erwiesen, dass das Exspirium nicht bei allen Menschen und Thieren länger dauert, als das Inspirium; in der Mehrzahl der Fälle konnte ferner constatirt werden, dass die Zeitabschnitte für das In- und Exspirium entweder ganz gleich, oder aber die des Inspiriums länger sind; in anderen Fällen dauerte das Ausathmen 2—3 mal länger, als das Einathmen. Wahrscheinlich spielen bei diesen Differenzen sowohl das Alter, die Körpergrösse und der Seelenzustand des Individuums während des Experimentes eine beeinflussende Rolle. Die Curven auf Fig. 116 geben das graphische Bild eines 7jährigen Pferdes (Walachen) im Ruhezustande und während der Bewegungen. Die Curve 1 zeigt die normale Respiration des ruhenden Thieres. Man sieht das Inspirationsstadium (I = Inspiration) in der That kürzer, als das Exspirationsstadium (E = Exspiration) und zwar im Verhältnisse wie 3 : 4—5. Die Curve 3 wurde nach Schrittbewegungen (von der Dauer einiger Minuten) aufgenommen. Hier scheint es, als ob dadurch nicht allein die Respirationsfrequenz gesteigert (die Linie i bezeichnet die Zeit in Secunden ausgedrückt), sondern auch das Verhältniss zwischen beiden Stadien ein geringeres geworden wäre. Auffälliger tritt die Wirkung an den Curven 7 und 8 zu Tage, welche von demselben Thiere nach kurzem Traben entnommen wurden. Zwischen beiden Curven ist eine Differenz — bezüglich der Stadien — kaum wahrnehmbar, und während bei Auf-

nahme der Curven 1 und 3 das Thier in der Minute etwa 10mal respirirte, kann man aus letzteren Curven die Athmungsfrequenz auf 20—30 berechnen. Bei Curve 9 ist die Athmungsfrequenz eine geringere, das Thier ruhte hier kurze Zeit; hingegen bei Curve 11 (vor deren Abnahme das Thier abwechselnd in raschem Trabe und Galopp erhalten wurde) steigt die Respirationszahl auf 60—65 und höher, wobei die Excursionen des Thorax rasch und sehr klein wurden (aus der Höhe der Curve kann die relative Grösse der Thoraxexcursionen abgelesen werden). Die Curve 17 (und zwar vom Beginn des Galopps gerechnet die 17.) zeigt die raschen und unregelmässigen Respirationen, aber auch die 51. war noch nicht der ersten gleich, sondern mehr der 9.*).

Das Schaf erreicht nach dem Laufen durch einige Minuten bereits eine Steigerung der Respiration von 15 auf 100, sogar auch 140 in der Minute (Milne Edwards).

Das Nervensystem übt auf die Respiration, wie man sich täglich an Menschen, doch auch durch das Experiment an Thieren überzeugen kann, einen grossen Einfluss aus. So beobachtete Colin, dass bei wiederkäuenden Schafen, welche während dieses Processes 15—17mal und mit Beendigung desselben 14mal respirirten — wenn sie durch irgend einen Lärm aufgeschreckt wurden, die Respiration bis auf 45 anstieg. Ebenso sah derselbe in einer Menagerie, dass ein Löwe, der in Ruhe blos 12—13 mal in der Minute athmete, eine Respirationsfrequenz von 40 aufwies, während ihn die Sonne beschien (obschon er weiter lag). Schläge an das Gitter des Käfiges erhoben die Athmungsfrequenz bis auf 70 in der Minute.

Die Käfer respiriren im Ruhezustande nicht öfter als 40 mal (die Bewegung des Bauches signalisirt die Athmung) in der Minute; bei rascher Bewegung kann sich die Zahl auf 100 bis 160 erhöhen; Neuport hat bei Antophora retusa (Hymenoptere) die Respiration bis zu 240 gezählt.

Die Temperatur ist auf die Respiration gleichfalls von grossem Einflusse; derselbe ist von geringerer Bedeutung für die Kaltblüter, besonders für die Batrachier und Reptilien, ferner für die Säugethiere und die Menschen, als für die niedrig organisirten und ebenso diejenigen höher gestellten Thiere, welche Winterschlaf halten. So respiriren das Murmelthier, der Igel und

*) Das Thier stand später unter dem Verdachte des Rohrens. Bei diesen tritt die Rückkehr zur normalen Athmung langsamer ein; die Zunahme der Respirationsfrequenz trat auch hier bei Körperbewegungen wie beim gesunden Thiere ein; wir ersehen aus den Curven die vollkommene Uebereinstimmung unserer Resultate mit den, nicht auf graphischem Wege gewonnenen Ergebnissen Colin's. Die Anführung dieser Curven und deren Erläuterung ist schon aus diesem Grunde gerechtfertigt, trotzdem das Thier als nicht vollkommen gesund betrachtet werden konnte.

die Fledermaus und andere Winterschlaf haltenden Thiere, wenn die Temperatur der Atmosphäre bis zu einem gewissen Grade abgekühlt ist, sehr selten; und scheinen sie bei vollkommener Lethargie zu athmen aufzuhören, indem die Athmungsexcursionen verschwinden und klein und schwach werden. Saisy fand die

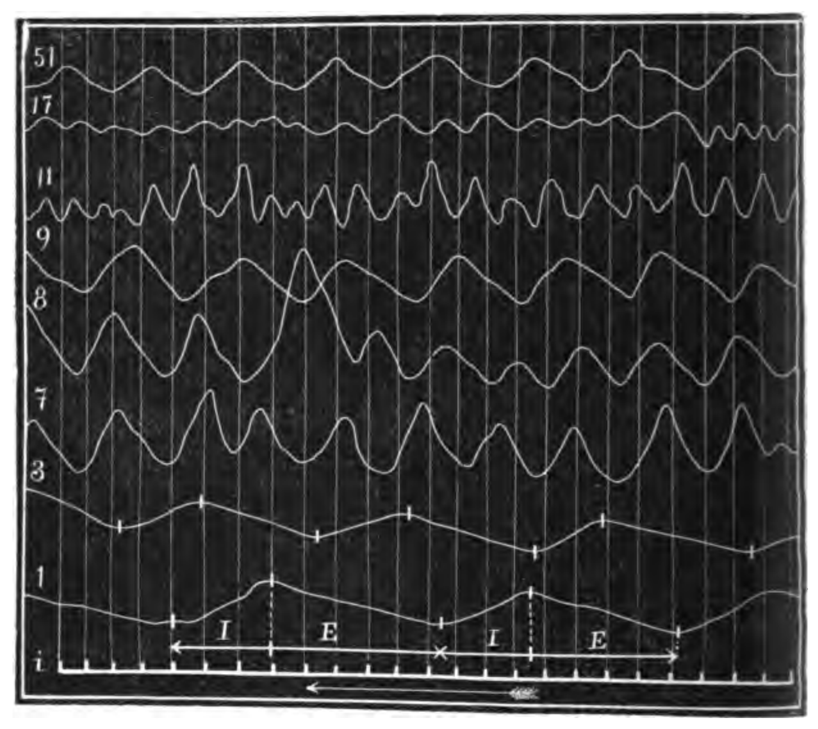


Fig. 116. Graphische Darstellung der Respiration eines 7jährigen Pferdes (Wallach) bei Ruhe und Bewegung. 1 = ruhig stehend; 3 = nach einige Minuten dauernden Schrittbewegungen: 7—8 = nach Traben; 9 = nach einer kleinen Rast; 11 = nach durch mehrere Minuten abwechselndem Trab und Galopp; 17 = Curve der längern Rast (Curve 6) nach dem Trab und Galopp abgenommen; 51 = Curve am Schlusse des Experimentes; *I* = Inspiration; *E* = Exspiration; *i* = Zeit in Secunden.

Respiration eines Murmelthieres bei einer Temperatur von 20° in wachem Zustande auf 30 in der Minute; zwei Tage darauf, als die Luft 7° betrug, war die Zahl der Respiration nur mehr 20, und fiel im darauffolgenden Erstarrungszustande auf 7—8 in der Minute; im vollständigen Winterschlafe waren die Athembewegungen sogar unvollständig und nicht weiter bestimmbar. Bei Fledermäusen sah derselbe Autor die Respiration, bei einem Abfalle der Temperatur von 20° auf 7°, von 70 auf 8 herabsinken.

Bei den Käfern kamen dieselben Differenzen zur Beobachtung.

Newport setzte Bienen einer Temperatur von — 4° aus und sistirte die Respiration im Erstarrungszustande dadurch gänzlich. Wurden dieselben dann in Zimmertemperatur von + 16° gebracht, so respirirten sie nach einigen Augenblicken 60-, später 80mal in der Minute, bis nach einer Viertelstunde die Respirationsfrequenz auf 100, später auf 160 (das Normale des Thiers) in der Minute stieg.

Nachstehend geben wir die Respirationszahl verschiedener Thiere nach der Tabelle von Paul Bert:

Thiere	Anzahl d. Respirationen	Bemerkungen	Beobachter
Säugethiere.			
Tieger	6	Liegt wach	P. Bert
Löwe	10	" "	"
Jaguar	11	Grosses Exemplar	"
Panther	18	" "	"
Katze	24	Gewicht 1750 Gr.	"
Bär vom Libanon	10	Grosses Exemplar	"
Hund	15	Liegt wach	"
Schakal	17	" "	"
Fuchs aus Tunis	24	" "	"
" " Persien	28	" "	"
Wildkatze vom Senegal	21	Schläft	"
Dromedar	10—11		Colin
Lama	18—22		"
Giraffe	8—10		"
Rind	15—18		Autoren
Hirschkuh	13		Bert
Eichhörnchen	70		"
Antilope	22		"
Kaninchen	55	2250 Gr., ruht	"
Ratte	210	Sitzt wach	"
"	100	Schläft	"
"	320	Ist unruhig	"
Rhinoceros	6	Liegt	"
"	10		Colin
Hippopotamus	1	Im Wasser (blos die Schnauze hervorstehend)	Bert
"	3—4	Ausser dem Wasser	"
"	7—10	Ausser dem Wasser	Colin
Pferd	10—12		Autoren
Igel	7		Gurlt
Vögel.			
Kondor	6	Unbeweglich sitzend	Bert
Sperling	90	" "	"
Zeisig	100	" "	"
Taube	30	" "	"
Silberfasan	20	" "	"
Goldfasan	20	" "	"
Marabu aus Bengalen	4	" "	"
Flamingo	8	" "	"

Thiere	Anzahl d. Respirationen	Bemerkungen	Beobachter
Pelikan	4	Unbeweglich sitzend	Bert
Kanarienvogel	18	" "	"
Casuar (Neuholland) . .	2—3	" "	"
Reptilien.			
Klapperschlange . . .	5	Wach, ruhend	Bert
Eidechse	12	Mittleres Exemplar	"
Fische.			
Raja	50	Ruhend	Lafont
Torpedo	51	"	"
Seehund	49	Im October	"
"	29	Im Januar	
"	17	Grosses Exemplar	
"	40	Im Mai	Bert
Perca fluviatilis . . .	30	Ruhend	"
Mullus barbatus . . .	60	"	Lafont
Sparus auratus	47	"	"
Gobius niger	21	"	"
Labrus viridis	39	" im Februar	"
Karpfen	8	Von 120 Gr.	"
"	35	" 37 "	"
"	92	" 1·30 "	"
Cyprinus debula . . .	90	" 6 "	"
Aal	50		"
Hippocampus brevirostris	33		"
Crustaceen.			
Limula (Krebs)	12	Kriechend	Bert
Weichthiere (Molluscen)	14—65	"	Bert u. Lafont

Beim Menschen beträgt die Zahl der Respirationen 16—24 in der Minute; nach Hutchinson wäre 9 das Minimum und 40 das Maximum; nach Quetelet schwankt dieselbe zwischen 23—70 (im Mittel 44) beim Neugeborenen. Mit dem Alter sinkt die Respirationsfrequenz. Nach letztgenanntem Autor wechselt die Anzahl der Respirationen nach dem Alter:

Alter	Maximum	Minimum	Mittel aus mehreren Beobachtungen
Beim Neugeborenen . . .	70	23	44
" 5jährigen . .	32	24	26
" 15—20 " . . .	24	16	20
" 20—25 " . . .	24	14	18·7
" 25—30 " . . .	21	15	16
" 30—50 " . . .	23	11	18·1

Milne Edwards theilt folgende, Respiration und Alter der Thiere betreffenden Angaben mit:

Füllen	10—12	Lamm	16—17
Ausgewachsenes Pferd	9—20	Schaf	13—16
Junges Rind	18—20	Junger Hund . . .	18—20
Ausgewachsenes Rind	15—18	Ausgewachsener Hund	15—18

Es erhellt somit aus dieser Zusammenstellung, dass bei jungen Menschen und Thieren die Zahl der Respirationen eine grössere ist, als bei ausgewachsenen. Kleinere Thiere athmen öfter als grosse. Giraffe, Kameel, Pferd, Rhinoceros und Hippopotamus athmen etwa 10mal in der Minute. Das Lama, der Hirsch 16—20-, Wallfische blos 4—5-, der Hase, das Meerschwein 35mal, die grossen Vögel 20—30-, die kleinen 30—50mal in der Minute im Ruhezustande.

Der Mensch und die Thiere athmen jedesmal dann, wenn Sauertoffmangel eintritt und das Blut mit Kohlensäure überfüllt erscheint. Da diese auf die Athmungs-(Inspirations)-Centren als Reiz wirkt, so heben die Rippenmuskeln die Rippen, worauf sich der Brustkorb erweitert, und da nun die Lungen sich an die Wand des Brustkorbes anlehnen, müssen sie nothwendigerweise den Bewegungen folgen, und sich gleichfalls ausdehnen.

Der Beweis dafür kann durch ein einfaches Experiment hergestellt werden. Man schneidet eine Katzen- oder Hundelunge aus, bindet eine Glascanule in die Trachea, und bringt das Ganze derartig unter die Glocke einer Luftpumpe, dass die Glascanule durch einen an der Spitze der Glocke befindlichen durchbohrten, gut schliessenden Kautschukstöpsel mit der freien Luft communicirt. Wird nun die Luft aus der Glocke ausgepumpt, so erweitert sich die Lunge, indem sie Luft in sich saugt; hingegen fällt sie bei Verdichtung der Luft in der Glasglocke zusammen. Es herrschen hiebei dieselben Verhältnisse, wie bei Ausdehnung und Zusammensinken des Brustkorbes; wobei das Auspumpen der Glocke das Ausdehnen, die Verdichtung der Luft in derselben das Zusammensinken des Brustkorbes darstellt.

Sobald sich der Brustkorb ausdehnt, muss sich die Lunge gleichfalls ausdehnen; sinkt dieser ein, so fällt die Lunge gleichfalls zusammen. Andererseits wird, wenn sich die Lunge ausdehnt, die darinnen enthaltene Luft verdünnt, wodurch die dichtere Atmosphäre gegen die dünnere zu, also in die Lungen hineinströmt; im entgegengesetzten Falle jedoch, wenn die Lunge zusammensinkt, muss die Luft darin verdichtet werden, und so gegen die dünnere äussere Atmosphäre ausströmen. Der letztere Umstand bezweckt demnach die Exspiration, der erstere hingegen die Inspiration. Auf diese Weise wird die in der Lunge befindliche Luft entleert, an deren Stelle aus der Atmosphäre neue eintritt. Wir werden später sehen, dass ausser diesen mechanischen auch noch chemische Vorgänge den Luftaustausch befördern.

Betrachtet man den Mechanismus der Respiration, so wird gefunden, dass sich der Brustkorb beim Einathmen erhebt, beim Ausathmen zusammensinkt. Diese Bewegungen des Brustkorbes werden durch die Respirationsmuskeln vermittelt. Zu diesen gehören die

Zwischenrippenmuskeln (Musculi intercostales), dann zum ruhigen Athmen der Zwerchfellmuskel (Diaphragma) und die langen und kurzen Rippenhebemuskeln (Mm. levatores costarum longi et breves).

Beim schweren Athmen betheiligen sich daran die Stammmuskeln [die drei Rippenhalter (Mm. scaleni), der Kopfnicker (M. sternocleidomastoideus), der Kappen- (M. trapecius), der kleine Brust- (M. pectoralis minor), der hintere obere Säge- (M. serratus posticus superior), der Rauten- (M. rhomboideus) und die äusseren Rückenstreckermuskeln (Mm. externi columnae vertebralis) und schliesslich der vordere, grosse Sägemuskel (M. serratus anticus major)]; dann die Kehlkopfmuskeln: der Brustzungenbeinmuskel [(M. sternohyoideus), der Brustschildknorpelmuskel (M. sternothyreoideus) und der hintere Ringgiessbeckenmuskel (M. cricoarytenoideus)]; die Muskeln des Gesichtes: der Erweiterer der vordern und hintern Nasenhöhle (M. dilatator nasium anterior et posterior), der Nasenflügelheber (M. levator alae nasi), und die Rachenmuskeln: der Heber des Gaumensegels (M. levator veli palatini) und der Zäpfchenmuskel (M. azygos uvulae).

Die Zwischenrippenmuskeln zerfallen in sogen. innere und äussere.

Die äusseren entspringen von dem untern (hintern) Rande einer obern (bei Thieren vordern) Rippe nach abwärts und vorne verlaufend, und heften sich an den obern (vordern) Rand der untern (hintern) Rippe; die inneren kreuzen sich mit den soeben genannten und gehen von dem obern (vordern) Rande einer obern (vordern) Rippe schief nach ab- und rückwärts, und inseriren an dem (untern) hintern Rande einer (untern) hintern Rippe.

Es entsteht nun die Frage, welcher der beiden Intercostalmuskeln die Ausathmung, und welcher die Einathmung besorgt, oder ob beide In- oder Exspirationsmuskeln darstellen. Diese Frage nach der Action der Muskeln beschäftigte seit jeher die Physiologen, und ist man ihrer Lösung durch Beobachtungen an lebenden Thieren, Vivisectionen, durch Experimente am Skelette und Modellen näher getreten. Haller behauptete längst, dass sowohl die äusseren, als die inneren Muskeln blos zur Inspiration gehören. Dem hielt Hamberger (1727) entgegen, dass die äusseren Intercostalmuskeln und der äussere, zwischen den Knorpeln befindliche Abschnitt der inneren Muskeln, Inspirationsmuskeln seien; während der rückwärtige Theil Exspirationsmuskeln darstellt. Zur Bekräftigung seiner Behauptung construirte er ein Lattenmodell, an dem man die genannten Verhältnisse demonstriren konnte. Dem muss entgegengehalten werden, dass ein Lattensystem bei der Bewegung anderen Gesetzen unterliegt, als das thierische Rippensystem; und obschon gewichtige Autoritäten sich in gleichem Sinne aussprechen, scheint doch Haller's Ansicht die wahrscheinlichere; wie diess aus den neueren Untersuchungen und Methoden von E. Jendrássik hervorgeht.

Am Brustkorbe unterscheidet man dreierlei Durchmesser; und zwar den Längs-, den Quer-, und den Dicken- oder Tiefendurchmesser.

Der Längendurchmesser erstreckt sich in der Mittellinie des Thorax von dessen oberer (bei Thieren vorderer) Spitze bis zum Zwerchfellmuskel (Diaphragma) und ist zugleich der grösste. Der Querdurchmesser entspricht der Verbindungslinie zwischen den zwei, die grösste Convexität aufweisenden Rippen, von einer Seite zu der andern. Als Dickendurchmesser bezeichnet man eine Linie, die vom Brustbein nach hinten (beziehentlich bei Thieren nach oben) bis zur Wirbelsäule gezogen wird. Sämmtliche Durchmesser variiren bei der Respiration, und zwar wachsen sie insgesammt bei Inspiration, und verkürzen sich während der Exspiration.

Der Längsdurchmesser erfährt eine Verlängerung während der Inspiration in der Weise, dass bei Ausdehnung des Brustkorbes das Diaphragma, — welches infolge des in der Bauchhöhle vorhandenen Druckes constant nach oben gewölbt ist — nunmehr nach abwärts steigt und eine beinahe horizontale Lage einnimmt. Eine weitere Verlängerung dieser Linie kommt auch noch dadurch zu Stande, dass die gewöhnlich etwas gebeugte Wirbelsäule sich einigermassen aufrichtet; wodurch zugleich der Längendurchmesser um Einiges vergrössert wird. Bei jeder Exspiration des Menschen, oder des Thieres nimmt das Zwerchfell die frühere gewölbte Stellung ein, und der Längendurchmesser wird verkürzt.

Die Vergrösserung des Dickendurchmessers hängt von dem Heben der Rippen ab. Je tiefer, eigentlich je mehr nach rückwärts (bei Thieren) dieselben stehen, umsomehr erheben sie sich bei der Inspiration, wodurch dann der Dickendurchmesser zunehmen muss. Zu derselben Zeit, nämlich beim Emporheben, trachten sie sich zugleich von den an sie gehefteten Knorpeln zu entfernen, wodurch letztere geradegerichtet und dadurch das Sternum nach aussen — vorne — geschoben, und der Dickendurchmesser vergrössert wird. Für den Quer- oder Seitendurchmesser nehmen Einige an, dass die Rippen nicht nur in senkrechter Ebene sich bewegen, sondern an ihrer Drehungsaxe auch nach aussen rotiren, wodurch ihr Rand mehr nach aussen fällt, als im Ruhestadium, was wieder eine Vergrösserung des Seitendurchmessers hervorruft. Die Untersuchungen Jendrássik's haben jedoch erwiesen, dass mit der Vergrösserung des Längendurchmessers, wenn die Rippen gehoben, die Rippenknorpel ausgeglichen und das Sternum erhoben wird, auch zugleich der Seitendurchmesser wächst.

Grösse der Athmung.

Das Thier nimmt während einer Inspiration eine gewisse Menge Luft in sich auf; bei der Exspiration entleert es jedoch eine bestimmte Menge Gase, welche gewöhnlich weniger beträgt,

als die eingenommene Luft; obschon erstere bezüglich des Volums und ebenso des Gewichtes mehr zu betragen scheint, als die eingenommene Menge. Diess rührt daher, weil die ausgeathmete Luft an Wasserdämpfen reicher, auch viel wärmer ist. Wird hingegen die ausgeathmete Luft soweit der Wasserdämpfe beraubt, dass ihre Spannung derjenigen der eingeathmeten Atmosphäre gleichkommt, und auf die Temperatur der eingeathmeten Luft abgekühlt; so ist das Volum der ausgeathmeten immer geringer, als dasjenige der eingeathmeten Luft. In Rücksicht auf das Gewicht ist die ausgeathmete Luft darum schwerer, weil die darin enthaltene Kohlensäure ein schwereres Gas ist, als atmosphärische Luft. Wie viel Luft der Mensch, oder ein Thier bei einer tiefen Inspiration aufnehmen kann, bestimmt man aus der Luftmenge, welche der Mensch, oder das Thier in der darauf folgenden tiefsten Exspiration zu entleeren im Stande ist; diese Menge bestimmt zugleich die Grösse der Respiration, aus welcher die vitale Capacität der Lungen abgeleitet wird. Je mehr Luft die Lunge nach einer tiefsten Inspiration zu entladen im Stande ist, desto grösser ist ihre vitale Capacität.

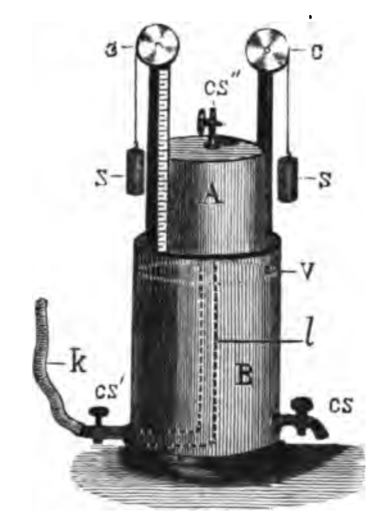


Fig. 117. Spirometer nach Hutchinson. A = innerer Cylinder, durch die Metallröhre (l) und den Kautschukschlauch (k) mit Luft füllbar; B = äusseres bis zur Linie (V) mit Wasser gefülltes Gefäss; S = Gewichte zur Gleichgewichtsstellung des Cylinders (A) (die Fortsetzung der Schnüre ist in der Zeichnung weggeblieben).

Zur Bestimmung dieser letzteren hat Hutchinson einen Apparat, das sog. Spirometer construirt, mittelst dessen die Grösse der Respiration beim Menschen und Thieren gemessen werden kann.

Derselbe (Fig. 117) besteht aus einem oben geschlossenen, unten offenen, auf- und absteigenden Blechcylinder (A), der in ein zweites oben offenes und mit Wasser gefülltes Gefäss (B) eingelassen werden kann. Der oben geschlossene Cylinder hat an seiner obern Fläche einen Hahn (cs'') zum Ein- und Auslassen der Luft. In der Mitte des mit Wasser gefüllten Cylinders B läuft eine Röhre (l) bis zur obern Fläche des oben geschlossenen Cylinders (A), an deren unterm Ende ein mit Mundstück versehenes Kautschukrohr (k) angebracht ist. Das Mundstück wird entweder in die Trachea eines Thieres eingebunden, oder in den Mund (richtiger in das Nasenloch) des Menschen gebracht, so dass nunmehr die ausgeathmete Luft durch das Rohr l in den Cylinder (A) des Apparates gelangen muss. Dieses Luftrohr (l) hat ausserdem einen Nebenhahn (cs'), welcher dazu dient, etwaiges, in dasselbe gelangtes Wasser

abzulassen; zu demselben Zwecke dient auch der Hahn (*cs*) am Cylindergefäss *B*. An der Aussenseite des äussern Gefässes sind zwei mit Scala versehene Metallsäulen angebracht, an deren Spitzen in den Schnecken (*c*) an Schnüren die Gewichte (*S*) laufen, durch welche der Cylinder *A* im Gleichgewichte erhalten wird. Wird nun durch das Mundstück in das Kautschukrohr eingeblasen, so erhebt sich der innere Cylinder um so höher, je mehr Luft aus den Lungen entleert wurde. Nun wird experimentell festgestellt, wieviel Luft bei gewissen Elevationen des Cylinders in denselben einströmt; deren Volum dann durch die an den beiden Säulen angebrachte Scala angezeigt wird.

Die mit diesem Apparate angestellten Versuche ergaben, dass die vitale Capacität der Lungen nach Hutchinson für die Engländer im Mittel 3772 Ccm., nach Häser bei Deutschen 3222 Ccm. beträgt; die Untersuchungen des Verfassers zeigten für sowohl schwächere, als auch kräftige junge Leute ein Minimum von 2200, ein Maximum von 4500, in einem Falle 5600 Ccm. Doch bleibt auch nach der tiefsten Exspiration noch Luft in der Lunge zurück (Hutchinson's Residualluft), welche beim Menschen 1400—2000 Ccm. beträgt.

Je gesunder die Lungen, um so grösser ist deren vitale Capacität, um so mehr Luft nehmen sie auf; umgekehrt, je kranker die Lunge, um so geringer ist ihre vitale Capacität; so dass aus der Menge der ausgeathmeten Luft nicht nur auf die Capacität, sondern auch den gesunden, oder kranken Zustand der Lunge geschlossen werden kann.

Von der nach tiefster Exspiration in der Lunge zurückbleibenden Luft (Residualluft) war bereits oben die Rede; jene Luftmenge, welche die Lunge nach einer normalen ruhigen Inspiration noch durch forcirtes Einathmen aufzunehmen im Stande ist, heissen wir complementäre; diejenige hingegen, welche nach einer langsamen und ruhigen Exspiration durch angestrengtes Ausathmen nachgepresst werden kann: Reserveluft. Die vitale Capacität der Lungen wechselt mit dem Alter und dem Geschlechte; sie wächst von der Geburt bis zum 35. Jahre, um von da ab wieder zu sinken.

Druckveränderungen in den Luftwegen während der Athmung.

Wird in die auspräparirte Trachea eines Thieres, z. B. des Hundes, ein Manometer (vergl. Fig. 101 *M*) eingebunden, so schwankt dessen Quecksilbersäule bei jeder Respiration, und zwar zeigt dieselbe bei der Inspiration negativen, bei der Exspiration hingegen positiven Druck an. Am Menschen wird das Experiment nach der Methode von Donders in der Weise ausgeführt, dass das Ansatzstück des an den einen Schenkel des Manometers befestigten Kautschukschlauches in eines der Nasenlöcher gesteckt wird, während das andere mit der Hand zugedrückt und dadurch auch das Ansatzstück festgehalten wird. Nunmehr wird durch den

geöffneten Mund eingeathmet, und dann bei geschlossenem Munde durch das Nasenloch in den Kautschukschlauch exspirirt*). Man kann hiebei während der Inspiration einen negativen Druck von 1—3 Mm. wahrnehmen; die Schwankungen während der Exspiration sind beträchtlicher, jedoch positiv. Donders beobachtete beim Menschen mit ruhiger Inspiration einen negativen Druck von 1 Mm., bei Exspiration hingegen einen positiven Druck von 2—3 Mm. Quecksilber. Bei sehr tiefem Einathmen war der negative Druck mit — 57 Mm. (Minimum 36, Maximum 74 Mm.), hingegen der positive der Exspiration + 87 Mm. (Minimum 82, Maximum 100 Mm.) verzeichnet. Der Exspirationsdruck ist aus dem Grunde grösser, als der Inspirationsdruck, weil durch die Inspirationsmuskeln während des Einathmens die Respirationshindernisse (der Elasticitätswiderstand der Lungen, das Gewicht des Thorax, die elastische Wirkung der Rippen und die elastische Dehnbarkeit der Bauchwände) überwunden, ausserdem die Bauchorgane herabgedrückt werden müssen.

Respirationstöne und Geräusche.

Die Luftzufuhr erfolgt sowohl beim Menschen, als auch den Thieren in Begleitung verschiedener Tonerscheinungen. Respirirt das Thier oberflächlich, so hört man daneben stehend kaum, oder auch gar keinen Ton; ist die Respiration eine tiefe, so treten Geräusche auf. Einige Thiere — wie das Pferd — respiriren hauptsächlich durch die Nase; andere sowohl durch diese, als auch durch die Mundhöhle, z. B. der Mensch, Hund u. s. w. Wird einem Pferde durch 10—15 Minuten die Nase verschlossen gehalten, so kann trotz geöffnetem Munde Erstickungstod eintreten, zum Zeichen dessen, dass das Pferd hauptsächlich durch die Nase athmet.

Bei Auscultation des Brustkorbes vernimmt man ausser den, von den Athembewegungen herrührenden Tönen gut unterscheidbare Geräusche. Eines derselben ist das bronchiale Athmen, ein anderes, das in den Lungenbläschen entstehende vesiculäre Athmungsgeräusch. Letzteres ist ein schwächerer und zischender Ton, welcher sich sowohl beim Menschen, als auch den Thieren über den ganzen Thorax erstreckt. Das vesiculäre Athmungsgeräusch wird bei Unwegsamkeit der Lungen nicht vernommen, wenn deren Luftwege durch entzündliche, oder anderweitige Exsudate verlegt sind. ebenso auch nicht bei Vorhandensein der Lungenalveolen-Erkrankungen. Das bronchiale Athmen wird beim Menschen gegen die Lungenspitze zu gehört; bei den Hausthieren (Pferd, Rind) ist diese Stelle wegen der Lage des Schulterblattes zur Untersuchung ungeeignet. Man vergleicht dasselbe mit dem, beim Aussprechen von „ch" entstehenden Tone; es wird im Larynx. der Trachea und den Bronchien erzeugt, und entlang derselben vernommen. Dieses Geräusch kommt nur an gewissen Stellen, und zwar dem Halse, entlang der Trachea, und zwischen den Schulterblättern in der Höhe des 4. Brustwirbels (beim Menschen) zu Gehör; an den übrigen Stellen wird dasselbe durch das vesiculäre Athmungsgeräusch der Lungen verdeckt; bei Erkrankungen des Lungenparenchyms tritt es über der ganzen Ausdehnung der Lungen leicht vernehmbar auf.

---

*) Mit dem zwischen die Lippen eingesetzten Manometer erhält man keine genauen Angaben, da die Action der Mundhöhlenmuskeln den Druck in den Luftwegen modificirt.

Bei diversen Lungenerkrankungen kommen noch verschiedene andere Töne zu Stande. So der amphorische Klang, bei Vorhandensein zu mindest faustgrosser Cavernen in der Lunge. Er lässt sich durch das Einblasen in eine leere Flasche nachahmen. Knistern (Crepitation, das Geräusch auf Gluth gestreuten Kochsalzes) tritt z. B. bei Pneumonie auf. Man unterscheidet ferner gross- und kleinblasiges, vesiculäres Athmungsgeräusch. Erwähnenswerth ist ferner das „metallische Klingen“, und das „Rasseln“, welches entsteht, wenn die Luftwege Secret enthalten (Katarrh). Die Reibegeräusche entstehen bei Entzündung beider Pleuraflächen, wenn solche miteinander verkleben und sich reiben. (Eine weitere Würdigung dieser krankhaften Erscheinungen gehört in das Gebiet der speciellen Pathologie.)

Vergleichende Angaben.

Das vesiculäre Athmen ist beim Rinde deutlicher wahrnehmbar, als an anderen Hausthieren; ausserdem die Respiration der rechten Lunge besser zu entnehmen, als diejenige der linken. Beim Rinde, Schafe und der Ziege hört man bei der Exspiration leichtes vesiculäres Athmen.

Beim Pferde im Ruhestadium wird während der Inspiration kein Athmungsgeräusch vernehmlich, höchstens bei 1—2jährigen Füllen. Wird ein ausgewachsenes Pferd in Gang gebracht, so kann man beinahe an jeder Stelle der Lunge vesiculäres Athmen vernehmen, welches jedoch bereits dem schärfern vesiculären Athmen beizuzählen ist.

Bei Hunden und Katzen ist das vesiculäre Athmen beinahe an jeder Stelle des Thorax vernehmbar, sogar auch an der Schulterblattgegend. Die Exspiration wird jedoch bei der Katze stets schwächer vernommen, als beim Hunde.

An Schafen und Ziegen (selbst bei gemästeten Thieren) wird das Inspirationsgeräusch auch sogar an der Achsel deutlich ausnehmbar (Vogel).

Graphische Darstellung der Athmung.

Bei der graphischen Darstellung des Athmungsprocesses kommen verschiedene Apparate in Verwendung, welche entweder auf die Nase selbst, oder in die Nasenlöcher applicirt, oder aber in die Trachea eingebunden, oder auf den Thorax aufgesetzt werden können. So kann man mit dem Kymographion von Ludwig sowohl beim Menschen, als bei Thieren die Respiration aufzeichnen. In diesem Falle wird ein einfaches Manometer — dessen einer Schenkel mit dem Schwimmer und dem Schreibapparate versehen, dessen anderer in die Trachea eingebunden ist — verwendet. Das Quecksilber im Manometer, und somit auch der Schwimmer, wechseln ihren Stand mit jeder In- und Exspiration, während der Schreibapparat die Curven auf einer vorübergezogenen Fläche aufzeichnet.

Ebenso können ferner die Aufzeichnungen mittelst der Marey'schen Trommel, oder dem Brondgest'schen Pansphygmograph (s. Fig. 96 u. 97 bei der Blutcirculation) vorgenommen werden, bei welchen während der Ex- und Inspirationen der mit der Trommel (Fig. 96 *M*) verbundene Hebel (*E*) seine Schwingungen auf den berussten, drehbaren Cylinder (*H*) ritzt. Bei dieser Gelegenheit bringt man zuvor die Marey'sche Trommel mit einem, an den Thorax befestigten Respirationsapparate in Verbindung. Letztere sind durch Marey, Brondgest, Bert u. A. in verschiedener Form construirt worden. In des Verfassers Laboratorium wird zu diesem Zwecke das, von Anderen längst empfohlene einfache Verfahren mit befriedigendem Erfolge gebraucht, wonach um den Brustkorb des Menschen oder Versuchthieres ein weichwandiger Kautschukschlauch von 4 Cm. Durchmesser und

40 Cm. Länge geschlungen wird. Die beiden Enden des Schlauches werden durch Stöpsel geschlossen; in deren einen das mit der **Marey**'schen Trommel durch ein Glasröhrchen verbundene Kautschukrohr mündet, im andern

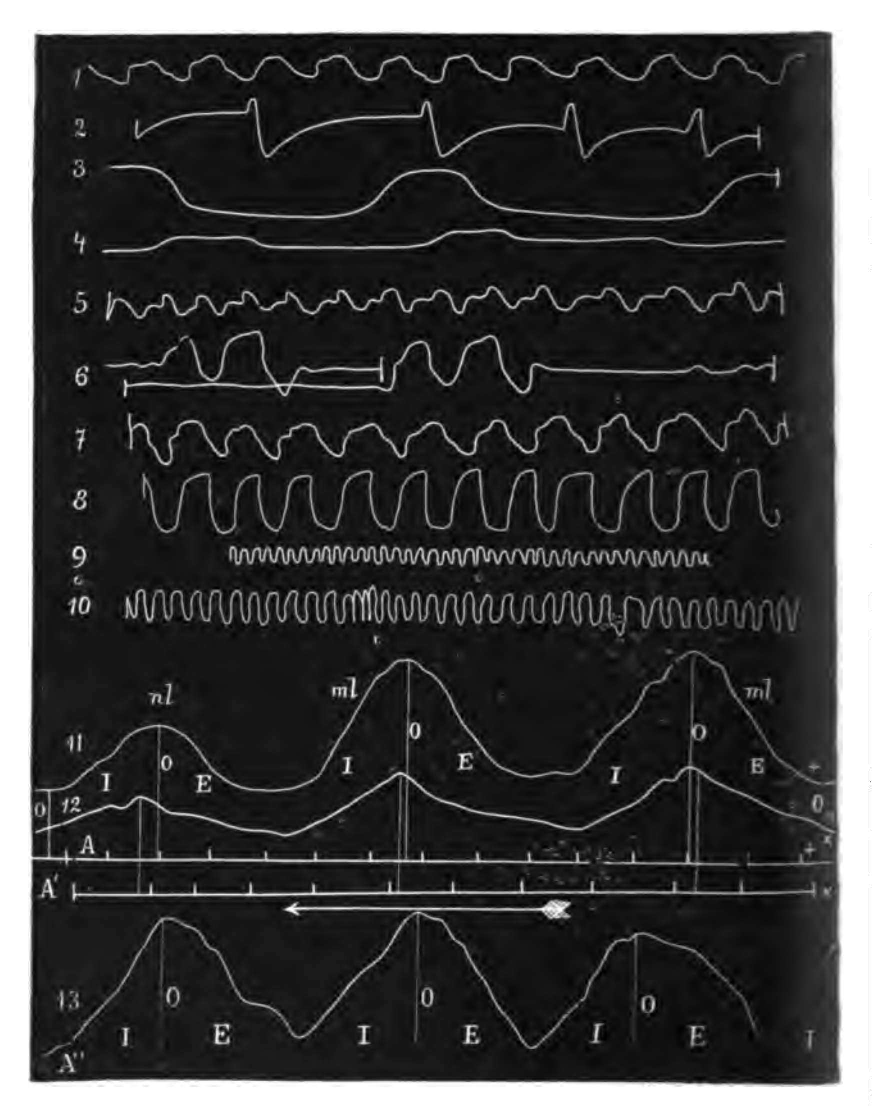


Fig. 118. Graphische Darstellung der Respiration bei verschiedenen Thieren vom 1 = Fisch. 2 = Schildkröte, 3 = Natter (im Winter), 4 = Boa constrictor (im Sommer), 5 = Frosch. 6 = Kaiman, 7 = Eidechse, 8 = Kanarienvogel, 9 = Hund (erwachsenes Exemplar), 10 = Kaninchen, 11 = Mensch, 12 = Hund, 13 = Pferd. (Die Curven 1—10 nach **Bert**, die bei 11. 12, 13 im Institute des Verf. aufgenommen.) *I* = Inspiration; *E* = Exspiration; *ml* = tiefe. *nl* = oberflächliche Respiration; *A* = Abscissen; *O* = Ordinaten.

eine mit Sperrhahn versehene Canule steckt, durch welche der grosse (40 Cm. lange) Kautschukschlauch mehr minder mit Luft gefüllt werden kann.

Nun wird bei correcter Befestigung mit jeder Ausdehnung und Verengerung des Thorax die im weichen Kautschukschlauche in Bewegung gebrachte Luft auf den Hebel der Marey'schen Trommel wirken, und dieser darauf die Bewegungen als Curven auf die gegebene Fläche übertragen. Vorzügliche Dienste leistet der neue Respirationsapparat von Marey, mit welchem auch Verf. zahlreiche Curven beschrieb. Er besteht aus einer durch eine Bandage am Thorax befestigbaren elastischen Stahlplatte. An der elastischen Platte ist an einer Säule ein horizontaler gezähnter Arm angebracht, der in eine kleine gezähnte Maschinerie eingreift, welche mit der, an einer zweiten Säule der elastischen Platte angebrachten zweiten Trommelplatte zusammenhängt. Letztere Trommel ist mit einer zweiten Marey'schen Registrirtrommel in Verbindung, welche nunmehr die Excursionen auf einen berussten und drehbaren Cylinder aufschreibt. Von dem französischen Physiologen Paul Bert besitzen wir eine Reihe Respirationscurven, sowohl von höheren als niedrigen Thieren; insbesondere interessant sind die von Thieren mit langer Schnauze (Kaiman) entnommenen. Zu diesem Zwecke befestigte er einen Kautschuktrichter an der Schnauze und brachte diesen mit der Marey'schen Trommel in Verbindung. In Fig. 118 finden wir eine Zusammenstellung von Respirationscurven vom Menschen und verschiedenen Thieren, theils nach Bert, theils nach eigenen Aufzeichnungen.

Aus der mitgetheilten Curvenreihe ist ersichtlich, dass die Zahl der Respirationen, deren Energie, ferner die Einflüsse der Thoraxaction bei ein und demselben Thiere und Menschen, und bei verschiedenen Thieren sehr wechseln.

Die Respiration wird zu diagnostischen Zwecken in vielen Erkrankungen notirt; und diess — wie aus den klinischen Erfahrungen gefolgert werden kann — mit vorzüglichen, die Methode immer mehr in Anwendung nehmenden Erfolgen.

Chemie der Athmung.

Um über die Chemie der Athmung Aufschluss zu erhalten, wird die Luft, welche das Thier bei der Inspiration in sich aufnimmt (also die atmosphärische Luft) in Bezug auf ihre physikalischen und chemischen Eigenschaften mit derjenigen, welche das Thier theils durch die Lungen, theils durch die Haut ausscheidet, verglichen. Es muss ferner zwischen der Lungen- und der Hautrespiration, der sogen. Transpiration unterschieden werden; beide zusammen ergeben den gesammten Gaswechsel des Thieres. Neuere Erfahrungen haben ferner mit Sicherheit erwiesen, dass ausser den genannten noch eine dritte Art der Athmung, welche die Zellen in den Geweben ausführen, die sogen. innere Athmung, vorhanden ist.

Lungen-Athmung.

Wird die von einem Menschen, oder Thiere exspirirte Luft ihrer Wasserdämpfe beraubt und auf die Temperatur der atmosphärischen Luft gebracht, so zeigt sie ein kleineres (von $^1/_{40}$ bis $^1/_{50}$) Volum, hingegen ein grösseres Gewicht, als die Inspirationsluft. Die, der Wasserdämpfe beraubte atmosphärische Luft

enthält 4/5 Theile Nitrogen (N), 1/5 Theil Oxygen (O) und wenig Kohlensäure (CO_2). In 100 Volumen atmosphärischer Luft sind genau:

20·96 Oxygen, 79·02 Nitrogen, und blos 0·03—0·05 Kohlensäure (CO_2) (nach Reiset sogar von letzterer nur 0·029).

Dem Gewichte nach enthält trockene atmosphärische Luft:

23·015 Gewichtstheile Oxygen und 76·985 Nitrogen.

Der Wasserdampfgehalt der gewöhnlichen Atmosphäre zeigt beträchtliche Schwankungen.

Man unterscheidet einen absoluten und relativen, oder specifischen Wasserdampf-Gehalt der Atmosphäre. Unter absolutem Wassergehalte verstehen wir die Gesammtmenge des Wassers in Dampfform in einem bestimmten Volum atmosphärischer Luft; unter relativem, oder specifischem Wassergehalte, den Inhalt an Wasserdämpfen im Verhältnisse zu einer bestimmten Temperatur der Luft. Je wärmer die Atmosphäre, um so mehr Wasserdämpfe kann dieselbe aufnehmen. Im Winter ist die Atmosphäre dermassen mit Wasserdämpfen gesättigt, dass sie keine mehr aufzunehmen vermag; wesswegen die Wasserdämpfe der ausgeathmeten Luft dann als Nebel erscheinen, indem sie in der kalten Atmosphäre als feinste Wassertröpfchen abgeschieden werden. Dieses benannten Umstandes wegen ist der relative Wasserdampf-Gehalt der Luft im Winter ein grosser, der absolute ein kleinerer, als in der warmen Luft im Sommer; denn obzwar letztere im Verhältnisse zu ihrer Temperatur nicht in dem Maasse mit Wasserdämpfen gesättigt ist, so enthält sie in einem bestimmten Volum doch mehr Wasserdämpfe, als dasselbe Volum Winterluft.

Die mit der atmosphärischen Luft eingeathmeten Wasserdämpfe werden als solche durch die Lunge ausgeschieden. Dessgleichen erfolgt die Abgabe eines Theiles des Wassers vom Organismus als Dämpfe durch die Lungen; eines andern durch die Haut als Schweiss.

Das Oxygen ist in der ausgeathmeten Luft in geringerm Maasse vorhanden, als in der Inspirationsluft; was darauf hindeutet, dass ein Theil derselben im Blute der Lungen zurückbehalten wurde. Nach Vierordt's Untersuchungen am Menschen ist das Oxygen der ausgeathmeten Luft im Mittel um 4·782 Volumsprocente geringer, als das der eingeathmeten.

Die absolute Menge des ausgeathmeten Oxygens beträgt 16·033 Volumsprocent; es bleibt also 1/4—1/5 des Oxygens im Blute zurück. Bezüglich des Stickstoffes bemerkt Seegen, dass ein Thier mehr Nitrogen ausathmet, als es eingeathmet hat; und gründet diesen Ausspruch auf, in eigenen Respirationsapparaten an Hunden und Vögeln angestellte Experimente; folgernd, dass die Ausscheidung von Nitrogen beim Thiere von den stickstoffhaltigen Nahrungsstoffen herstammt. Seegen fand ferner, dass nicht sämmtlicher Stickstoff der Nahrungsstoffe durch den Harn und die Fäces entleert werde, dass somit auch die Lungen Stickstoff ausscheiden müssen. Schenk fand in der Exspirationsluft von Hunden gleichfalls Stickstoff, welcher für einen Tag berechnet 0·087—0·124 Gr. beträgt. Voit und Bachl zogen diese Resultate in Zweifel, da sie trotz aller Cautelen meist keinen

Stickstoff in der ausgeathmeten Luft von Thieren nachweisen konnten: ja Scheremetjewszky fand zumeist in der ausgeathmeten Luft geradezu ein Stickstoffdeficit vor; was darauf hinweisen würde, dass ein kleiner Theil des aufgenommenen Stickstoffes im Körper zurückgehalten wird. Aeltere Autoren, wie Barral, Boussingault, Bischoff fanden gleichfalls ein Stickstoffdeficit, wenn sie das N des Harnstoffes und der Fäces mit der Menge des, in den Nahrungsstoffen aufgenommenen Stickstoffes verglichen. In Rücksicht auf Voit's verlässliche Untersuchungsresultate, dann auf die nach ihm von Henneberg, Stohmann und Grouven bei Wiederkäuern, von Ranke am Menschen angestellten Experimente, die sämmtlich das Gleichgewicht zwischen der Menge des aufgenommenen und abgegebenen Stickstoffes ergaben, können wir aussprechen: dass man die active Rolle des Stickstoffes aus der atmosphärischen Luft im thierischen Haushalte bisher als nicht erwiesen betrachten müsse.

Das Volumen der Kohlensäure in der exspirirten Luft ist 100 mal grösser, als dasjenige der eingeathmeten. Nach Vierordt beträgt beim ruhigen Athmen (des Menschen) die Kohlensäure 4·38 Volumsprocent (Minimum 3·3, Maximum 5·5 %). Wird das aufgenommene Oxygen mit der ausgeschiedenen Kohlensäure zusammengehalten, so ergibt sich daraus, dass mehr Oxygen aufgenommen, als in der Kohlensäure abgegeben wurde (Lavoisier).

Nach Regnault und Reiset wird in der Exspirationsluft auch Ammoniak, wenngleich sehr gering, gefunden. Lossen fand die Menge desselben auf 24 Stunden = 0·0204 Gr. Wahrscheinlich stammt es aus dem Blute; die Entwickelung desselben aus stehendem Blute ist von Brücke constatirt. Endlich werden noch Spuren von Hydrogen und Hydrothion (CH_4) ausgeathmet, die wahrscheinlich durch Resorption aus dem Darmtrakte herstammen. Das Hydrothion wird bei grasfressenden Thieren in grösserer Menge (nach Reiset auch bis 30 Liter in 24 Stunden) ausgeschieden; doch müssen diese Untersuchungsergebnisse noch weitere Bestätigung erfahren.

Der tägliche Gasaustausch beim Menschen ist folgender:

Aufnahme in 24 Stunden		Ausgabe in 24 Stunden		Beobachter
Oxygen		Kohlensäure		
in Grammen	Volum*) in Cubikcentimetern	in Grammen	Volum in Cubikcentimetern	
744	516500	900	455500	Vierordt
			stündlich	
		31·5—33		Ranke
		32·8—33·3		Liebermeister
		34		Panum

*) Das Volum ist durchwegs auf 0° C. und mittlern Barometerstand reducirt, zu verstehen.

An Thieren angestellte Experimente gaben folgende Resultate: Die Untersuchungen von Dulong und Desprez erwiesen, dass pflanzenfressende Thiere ebenso wie der Mensch und die Carnivoren, mehr Oxygen aufnehmen, als sie ausscheiden. Die nachfolgende Tabelle (nach Colin) zeigt den Oxygenverbrauch verschiedener Thiere binnen 24 Stunden.

Thier	Verbraucht in 24 Stunden an Oxygen
Pferd	4250 Liter
Rind	3800 „
Schaf von 50 Kilogramm	600 „
Hund „ 20 „	380 „
Katze	90 „
Kaninchen (Lapin)	70 „
Meerschweinchen	20 „

Den stündlichen Oxygenverbrauch auf ein Kilogramm Körpergewicht ersieht man aus folgender Zusammenstellung:

Thier	Verbraucht Oxygen in Grammen	Beobachter
Pferd	0·553	Boussingault
Rind	0·460	„
Schaf	0·774	Barral
Schwein	0·774	Boussingault
Kaninchen	0·883	Regnault u. Reiset
Hund	1·183	„ „ „
Huhn	1·035	„ „ „
Kanarienvogel	1·850	„ „ „
Frosch	0·090	„ „ „

Wie erhellt, verbrauchen die Vögel das meiste Oxygen (ihr Blut ist auch das wärmste), dann die Wiederkäuer und angeblich die Käfer, während die niedrig organisirten Thiere wenig consumiren (Frosch, Reptilien, Mollusken). Der Sauerstoffverbrauch wächst mit der Nahrungsaufnahme und mit der Muskelarbeit.

So constatirte bereits Lavoisier, dass der Oxygenverbrauch bei der in Ruhe erfolgenden Verdauung zunehme, und durch Muskelarbeit bedeutend gesteigert werde. Regnault und Reiset fanden beim Kaninchen den Sauerstoffverbrauch bei der Verdauung in dem Verhältnisse von 27 : 35 wachsend; beim Hunde von 50 : 65, beim Huhn von 10 : 15. In der Inanition fällt der Oxygenverbrauch und zwar nach Marchand beim Frosche von 39 bis auf 9. — Die Differenz im Oxygenverbrauche während des Winterschlafes und in der Zeit nach dem Erwachen ist eine sehr beträchtliche. So verbraucht der Igel während des Winterschlafes 40mal weniger Oxygen als im Wachen (Saissy). Die Abnahme des Oxygenverbrauches wurde beim Murmelthiere von

Regnault und Reiset zu einer Zeit wahrgenommen, wenn das Thier nicht mehr frass und sich zum Winterschlafe vorbereitete; noch mehr, wenn es im Erstarrungsstadium zu schlummern anfing. Die Puppe der Seidenraupe verbraucht zehnmal weniger Oxygen, als die Raupe selbst (Regnault und Reiset). Die Lethargie des Puppenzustandes niedrig organisirter Thiere ähnelt somit in Bezug auf den Sauerstoffverbrauch dem Winterschlafe höher organisirter Geschöpfe. In beiden Fällen bewirkt der herabgesetzte Stoffwechsel einen geringern Oxygenverbrauch.

Die ausgeschiedene Kohlensäure variirt gleichfalls nach den verschiedenen Thierspecies, und zahlreichen später anzuführenden Umständen. Aus Regnault und Reiset's Untersuchungen entnehmen wir, dass durch die ausgeschiedene Kohlensäure beim Hunde und dem Murmelthiere, vom eingeathmeten Sauerstoffe 74 %, beim Menschen 85 %, beim Kanarienvogel 89 %, beim Kaninchen 91 %, beim Pferde und Rinde 97 % und beim Huhne 98 % verbraucht wurde; hingegen dass beim Schafe ausser sämmtlichem eingeathmeten Oxygen noch ein kleiner, in den Nahrungsstoffen eingeführter Theil zur Bildung der ausgeathmeten Kohlensäure verwendet wurde.

Die nachstehende Tabelle (nach Colin) zeigt die Menge der stündlich und binnen 24 Stunden ausgeathmeten Kohlensäure beim Menschen und einiger Säugethiere.

Thier	Scheidet stündl. Kohlensäure aus in Litern	Scheidet in 24 Stunden Kohlensäure aus in Lit.
Meerschweinchen	0·5	12
Katze und Kaninchen	2	48
Hund	10	240
Mensch	16	384
Schaf	20	480
Schwein	45	1080
Rind	200	4800
Pferd	200	4800

Lavoisier, Séguin und Dumas schätzen die Kohlensäure beim Menschen per Stunde auf 13, Scharling auf 17, Andral und Gavarret auf 20 Liter. Lassaigne fand bei einem Pferde 172, bei einem andern 219, Boussingault hingegen 187 Liter. Diese Differenzen weisen darauf hin, dass die ausgeschiedene Menge der Kohlensäure sowohl beim Menschen, als auch bei den Thieren nach dem Individuum und den Umständen wechselt, wesshalb wir die in der Tabelle angeführten Zahlen blos als individuelle, von nur relativem Werthe betrachten dürfen.

Auf ein Kilogramm Körpergewicht scheiden die kleineren Säugethiere, z. B. der Hund und das Kaninchen, durchschnittlich 1—1·20 Gr. Kohlensäure in einer Stunde aus (Colin); das Schaf

nach Regnault und Reiset 1·10 Gr., der Mensch 0·43—0·60 Gr., die Kuh 0·61, das Pferd 0·77—0·8 Gr., das Huhn 1·36, der Kanarienvogel 2·12 Gr. Die Käfer scheiden ebensoviel aus auf dasselbe Körpergewicht, als die Wiederkäuer; die beschuppten Amphibien (Saurier), der Frosch und Salamander jedoch 7—10mal weniger. Bei Thieren mit kleinerem Körperbau ist die Kohlensäureausscheidung energischer, als bei solchen mit grösserem. So producirt nach (den unter Boussingault's Leitung ausgeführten) Versuchen Leterrier's die Maus im Verhältnisse zu ihrem Körper 7mal soviel Kohlensäure, als das Meerschweinchen, und 21mal mehr, als das Pferd. Nach demselben Autor gibt ein Vogel von 28 Grammen Gewicht dreimal soviel Kohlensäure ab, als ein eben solches Thier von 159 Grammen Gewicht. Lassaigne fand die stündlich ausgeschiedene Kohlensäure eines Pferdes mit 219·72 Liter, und die in 24 Stunden von 5273 Liter: ein anderes Pferd gab stündlich 355 Liter, binnen 24 Stunden 8521 Liter. Die Resultate an anderen Thieren finden sich in nachstehender Zusammenstellung:

Thier	Die in 1 Stunde ausgeschiedene Kohlensäure in Litern	Die in 1 Stunde ausgeschiedene Kohlensäure in Grammen	Die in 1 Stunde ausgeschiedene Menge C in Grammen	Die in 24 Stunden verbrannte Menge C in Grammen
Pferd	219·72	434·82	118·57	2845·68
Stier	271·10	536·77	146·51	3516·24
Widder, 8 Monate alt	55·23	109·35	29·83	715·92
Ziege, 8 Jahre „	21·48	42·53	11·60	278·40
„ 5 Monate „	11·60	22·96	6·25	150·00
Jagdhund	18·31	36·25	9·88	237·12

Boussingault's Untersuchungen ergaben folgende Resultate:

Thier	Körpergewicht in Kilogrammen	Binnen 24 Stunden verbranntes C in Grammen	Verbrauchtes Oxygen in Litern	Das Oxygen als atmosph. Luft ausgedrückt in Litern
Pferd	500	2540	4724	22495
Melkkuh	550	2271	4224	20144
Ferkel, 5 Monate alt	32·2	360	670	3190
„ 9 „ „	60	670	1240	5905
Schaf	20	153	408	1943

Von eminenter Wichtigkeit und höchstem Interesse halten wir die von Colin nach mehreren Autoren zusammengestellten, auf die Hausthiere bezüglichen Angaben, wesshalb wir dieselben nachstehend mittheilen.

Thier	Gewicht des Thieres in Grammen	Die binnen 24 Stunden eingeathmete Luft in Litern	Verbrauchter Sauerstoff: Menge binnen einer Stunde in Litern	Verbrauchter Sauerstoff: Menge binnen 24 Stunden in Litern	Verbrauchter Sauerstoff: 24stündl. Menge in Grammen auf 1 Kilo Körpergewicht	Verbrannter Kohlenstoff: Stündliche Menge in Grammen	Verbrannter Kohlenstoff: 24stündl. Menge in Grammen	Verbrannter Kohlenstoff: 24stündl. Menge in Grammen auf 1 Kilo Körpergewicht	Kohlensäure: Menge binnen einer Stunde in Litern	Kohlensäure: 24stündl. Menge in Litern	Kohlensäure: Stündl. Menge auf 1 Kgr. Körpergewicht
Pferd . . .	450·000	95·591	177·15	4251·60	13·272	95·02	2286·00	5·080	177·18	4282·55	0·393
Kuh	450·000	78·800	147·75	3456·00	11·040	77·42	1858·00	4·128	144·40	3465·75	0·320
Esel	150·000	31·495	59·05	1417·30	13·577	31·67	762·00	5·080	59·06	1427·52	0·393
Schwein. .	75·000	34·444	64·58	1550·00	29·698	34·89	837·50	11·166	65·08	1562·12	0·867
Schaf . . .	45·000	20·400	38·25	918·00	29·314	34·32	343·75	7·638	26·72	641·17	0·593
Hund . . .	20·000	8·441	16·57	397·86	28·392	6·51	156·42	7·621	12·15	291·76	0·607
Katze . . .	3·500	1·451	2·89	69·36	28·475	1·13	27·12	7·748	2·12	50·88	0·605
Kaninchen	3·500	1·128	2·15	51·80	21·192	1·05	25·20	7·200	1·97	47·38	0·562
Huhn . . .	1·000	0·517	0·97	23·28	24·840	0·28	6·72	6·720	0·52	12·63	0·520

Innere —, oder Gewebsathmung.

Früher war man der Ansicht, dass der Oxydationsprocess blos in den Lungen und dem Blute vor sich gehe; neuerer Zeit gelangte man jedoch auf Grund mehrfacher verlässlicher Untersuchungsresultate zu der Ueberzeugung, dass die sogen. innere —, oder Gewebsathmung vorhanden, und besonders energisch sei. Die Oxydation findet in jeder Zelle statt, d. h. jedes Organ, jedes Gewebe besitzt die Fähigkeit, Oxygen aufzunehmen und Kohlensäure auszuscheiden und durch die Capillargefässe des grossen, oder Körperkreislaufes Kohlensäure zuzuführen. Dass der Sauerstoff aus dem Blute rasch in die Gewebe diffundirt, ersieht man aus dem Umstande, dass in den Capillaren das Blut rasch mit Kohlensäure gesättigt und oxygenarm wird, währenddem oxygenreiches Blut sich ausser dem Körper langsamer und unvollständiger umwandelt. Wird — wie Hoppe-Seyler nachwies — ein frisches Stück Gewebe in oxygenreiches, defibrinirtes Blut eingelegt, so entweicht der Sauerstoff des letztern rasch, in die Gewebe diffundirend. Wäre der Hauptsitz für die Oxydation im Blute und nicht in den Geweben, so müssten bei Verhinderung des Zutrittes von Oxygen zum Blute (wie z. B. beim Ersticken) die oxydirenden, Sauerstoff absorbirenden Stoffe sich anhäufen; dem ist jedoch nicht so, da das Blut Erstickter, wie Pflüger constatirt, auch nur wenig reducirende (Sauerstoff absorbirende) Substanzen enthält. Dass in den Geweben thatsächlich Oxydationsprocesse sich abspielen, beweist der Mehrgehalt an Kohlensäure in den Körperhöhlen und Flüssigkeiten, als derjenige in den Blutcapillargefässen. Dasselbe ergeben folgende Resultate der Untersuchungen von Pflüger und Strassburg:

	Quecksilber		
Im Arterienblute ist nach ihnen enthalten	21·28	Mm. Druck	Kohlensäure
Im Darmtrakte . „ „ „ „	58·5	„ „	„
Im sauren Harne „ „ „ „	68·0	„ „	„
In der Galle . . „ „ „ „	50·0	„ „	„
In Hydrokelen-(Wasserbruch)-Serum ist nach ihnen enthalten	16·5	„ „	„

Der Reichthum dieser Flüssigkeiten an Kohlensäure kann nur daher stammen, dass diese ihnen als Product der Gewebsathmung zugeführt wurde. Die Gewebe produciren Kohlensäure in verschiedenem Maasse. Die Muskeln sind daran in höherem Grade betheiligt; indem sie viel Oxygen verbrauchen, müssen sie auch viel Kohlensäure produciren. Die Untersuchungen von Heimann ergaben einen derartig hohen Verbrauch von Oxygen in den Muskeln, dass im Gewebe derselben kein freies, auspumpbares Oxygen vorhanden ist. Je mehr der Muskel functionirt, um so grösser ist sein Gaswechsel.

Pflüger, Hoppe — Seyler, Oertmann, Takács u. A. versuchten durch directe Experimente den Nachweis der Gewebsathmung zu erbringen. Oertmann (in Pflüger's Laboratorium) spritzte das ganze Blut eines Frosches mit 0·75% Kochsalzlösung aus (Cohnheim's Salzfrosch) und studirte den Gasaustausch im verbluteten und mit der Lösung injicirten Thiere, welches oft 5—30 Minuten, ja selbst bis 3 Tage lang am Leben blieb. Es stellte sich dabei heraus, dass das Thier, trotzdem es kein Blut mehr besass, dennoch eine beträchtliche Menge von Kohlensäure ausschied; woraus Oertmann den Schluss zieht, dass diese ein Ergebniss der im Gewebe vor sich gehenden Oxydation sei.

Die vom Verfasser in Gemeinschaft mit dem Chemiker Dr. Fischer in einem zu diesem Zwecke eigens construirten kleinen Respirationsapparate angestellten — wenngleich spärlichen — Versuche ergaben gleiche Resultate. Auffällig war dabei, dass der Frosch in vollkommen blutleerem Zustande dieselben rhythmischen Athmungs-Schluckbewegungen vollführte, als vor der Ausspritzung. Diesen Versuchen (von Oertmann und dem Verfasser) könnte entgegengehalten werden, dass das Thier, obschon ganz blutleer gemacht, dennoch von der in den Geweben und Flüssigkeiten derselben auf gehäuften Kohlensäure ein solches Quantum in den Apparat diffundiren konnte, um als eine beträchtliche Menge derselben nachgewiesen werden zu können, ohne aber dass sie die Folge einer neuen Oxydation in den Geweben sein müsste.

Um diesem, vom Verfasser selbst erhobenen Einwande zu begegnen, wurde auf Anrathen Hrn. Prof. Than's durch den (das Thier enthaltenden) Apparat zuvor (durch 10—15 Minuten gereinigtes) Wasserstoffgas durchströmen gelassen, und hierauf erst der, zum Auffangen der Kohlensäure dienende Apparat eingeschaltet. Der Wasserstoff musste infolge seines ausserordentlichen Diffusionsvermögens aus den Geweben des Thieres sämmtliche Kohlensäure vertreiben und das Experiment somit zu sicherem Resultate leiten. Trotzdem wir auf diese Weise weniger Kohlensäure erhielten als in demjenigen, durch das Hydrogengas nicht controllirten Falle, war doch von derselben soviel vorhanden, dass sie direct für das Vorhandensein einer Gewebsathmung sprach.

Hautathmung.

Bevor wir an die Abhandlung der eigentlichen Hautathmung schreiten, erscheint es nothwendig, sich mit der histologischen Structur der Haut, ferner der in der Haut vorfindlichen Organe und deren Functionen zu befassen. Die Haut ist neben ihrer Eigenschaft als schützende Hülle für das Thier — ausserdem das Organ für die Athmung, die Schweiss- und Talgabsonderung, endlich auch für das Tastvermögen, indem darin die Organe für den Tast- und Temperatursinn enthalten sind.

Allgemeine vergleichende Angaben.

Der Körper der Protozoën wird durch Protoplasma (Sarkode) gebildet. Von einer äussern Haut kann bei diesen Geschöpfen nicht die Rede sein. An den Gregarinen wird bereits eine Cuticula (Häutchen) unterschieden, welche das aus einer Zelle bestehende Thierchen umhüllt. Ebenso kann man an den Poriferen eine ähnliche Hautschichte erkennen.

An den Infusorien findet sich bereits eine epithelartige Schichte, die oft zum Panzer wird, und aus welcher manchmal Flimmerhaare herauswachsen. Der unter der Aussenschichte befindliche Körpertheil ist gestreift und mit dem sogen. Hautmuskelrohr anderer Typen vergleichbar. Die den Körper der Coelenteraten bildenden Zellschichten stellen eine innere und äussere Haut, das Ento- und Ectoderma dar. Jenes umhüllt die Körperhöhle, dieses die — Oberfläche, das Stütz- und Muskelorgan des Thieres bildend. Die selbständige Aussenhaut wird aber blos durch eine Epithelschichte dargestellt. An den meisten, aus Eiern entstandenen Larven ist die äussere Haut mit Flimmerhaaren besetzt; ausserdem kommen daran sogen. Brennesselorgane, ferner Schwimm- oder Ruderplättchen vor. Die Epidermis ist hier zugleich Secretionsorgan und wird aus dem Secret, die, aus einer dem Chitin verwandten Substanz gebildete Schale hergestellt. Sie bildet sich auch an den Hydroidpolypen. Bei den Medusen fungirt die sogen. Gallertscheibe als Aussendecke. Die Gallertscheibe ist bei den niedrigen Medusen homogen oder feinfaserig, und verläuft zwischen dem Ento- und Ectoderm. Bei den Medusen höherer Ordnung finden sich bereits Zellen darinnen, das Bild gallertigen Bindegewebes vorstellend. Die Aussendecke der Würmer stellt ein sogen. Hautmuskelrohr dar, in welchem die Muskelschichte mehr ausgebildet ist. Die eigentliche Epidermis besteht aus einer einfachen Zellenschichte, oder aber aus einer Lage granulirten, mit einzelnen Kernen versehenen Protoplasmas. Bei den Turbellarien ist dieser Theil mit Flimmerhaaren besetzt, welche bei einzelnen auf einer Cuticula-artigen consistentern Parthie aufsitzen; wo diese fehlen, findet sich blos eine structurlose Cuticula. Sie bildet bei den Trematoden und Cestoden eine dünne Schichte; bei den Anneliden, und bei den Spulwürmern ist sie ausserdem mit Porenkanälchen versehen. Die Epidermis der Anneliden ist so hart, dass sie füglich als Hautskelett gedeutet werden kann.

Dem Chitinskelett der Arthropoden ist der Hautpanzer der Rotatorien ähnlich, woran auch Muskeln entspringen. Das Kalkablagerungen aufweisende Aussengerüste der Bryozoën ist ein Cuticulargebilde, als solches kann auch dasjenige der Tunicaten aufgefasst werden. Es ist gallertig, oder knorpelhart, zumeist jedoch glasartig durchsichtig, und bei den Ascidien oft verschiedentlich gefärbt.

Bei den Echinodermen trifft man gleichfalls ein Hautmuskelrohr an, doch ist die Muskelschichte von der Epidermis mehr isolirt, wie bei den

Würmern. Die Aussenhaut wird hier Perisoma genannt, und weist Kalkablagerungen auf. Die Kalkschale dient als Schutz, doch auch als Hautskelett; die Kalkablagerungen erfolgen an der Aussenhaut immer regulär, oft in zierlichen Zeichnungen.

Bei den Arthropoden ist die Epidermis von der Muskelschichte bereits getrennt. Wir unterscheiden an ersterer zweierlei Lagen. Die Cuticularschichte ist bald weicher, bald härter gebildet, sendet aber im letztern Falle in den Körper Abtheilungen bildende, weichere Aeste hinein. Bei einigen Arthropoden (den Crustaceen und Myriapoden) wird oft die Chitincuticula durch Kalkablagerungen stärker. Die Cuticularschichte ist plattenförmig, die innere Lage derselben weicher, und besteht aus weichen und secernirenden Zellschichten, die, zumeist von Porenkanälchen durchsetzt, meist farblos, und der Epidermis anderer Thiere ähnlich sind (die Cuticularschichte der Crustaceen ist farbig). Die Färbung der Arthropoden rührt zumeist vom Pigmente der Chitinschichten her. Unter der Epithelschichte zieht eine Bindegewebslage fort. An der Epidermis finden sich ferner Stacheln, Borsten oder haarige Gebilde, welche bei den Crustaceen, den Arachniden und Insecten in verschiedenen Formen vorkommen.

Drüsige Organe sind gleichfalls mit der Epidermis in Verbindung, weniger bei den Crustaceen, als den Insecten. Die Drüsen sind einoder mehrzellig und bilden mit ihren Ausführungsgängen die Porenkanälchen der Cuticula.

Die Epidermis der Mollusken ist meistentheils eine weiche Hautschichte, mit welcher die Muskulatur verwachsen erscheint; so dass hier ebenso wie bei den Würmern von einem Hautmuskelrohr gesprochen werden kann. Die Aussenhülle der meisten Mollusken ist im Larvenzustande mit Flimmerhaaren besetzt, die entweder — wie bei den Gasteropoden — später noch persistiren, oder sich blos auf einzelne Körpertheile beschränken. Man kann an der Aussenhaut der meisten Mollusken bereits zwei Schichten unterscheiden, die sogen. Epidermis und das Corium. Die Aussendecke erscheint durch in's Corium eingelagertes Pigment farbig. Die Pigmentzellen — Chromatophora — sind auffällige Gebilde der Thierhaut (s. pigmentirtes Bindegewebe im allg. Theile, S. 49). Gegenbaur nimmt deren Verbindung mit Muskelfasern an, was von Andern in Abrede gestellt wird. Andere, wie Ehrmann, nehmen an, dass die Chromatophoren mit Nerven im Zusammenhange stehen. In der Aussendecke der Brachio- und Gasteropoden findet eine Kalkablagerung in Form von Körnern oder geschichteten concentrischen Körpern statt. Die Epidermis weist Drüsen, als Variationen der Epidermiszellen auf, und können letztere als Becherzellen bezeichnet werden.

Die Aussendecke der Wirbelthiere besteht aus drei Hauptschichten, und zwar der Epidermis, der Lederhaut (Corium) und dem Panniculus adiposus (Fettschichte). In der Haut der Vögel und Säugethiere befinden sich Muskeln, die zu den Federn und Haaren hinziehen; ebenso bilden sich in der Haut einiger Thiere Knochenplatten, und sind darin auch Drüsen vorhanden. Bei vielen Thieren hat die Epidermis harte Hornplatten, Knoten und schuppenartige Formationen (z. B. den Reptilien), an deren Bildung das Corium mitbetheiligt erscheint. Die Horndecke bleibt bei den Vögeln nur an einzelnen Stellen übrig (Schnabel und Füsse). Die Nägel, Krallen, Hufe und Klauen sind gleichfalls Horngebilde.

Histologische Structur der Haut.

Die Haut des Menschen und die der Thiere höherer Ordnung unterscheidet sich blos dadurch, dass letztere mehr oder minder behaart ist. Die Behaarung ist an einzelnen Stellen weniger,

an anderen stärker ausgeprägt, und erscheint die Haut mit kurzen, langen, wolligen, seidenähnlichen Haaren, mit Stacheln, Borsten oder Schuppen bedeckt. Diese Gebilde bestehen sämmtlich aus Hornsubstanz und werden als Hautanhänge bezeichnet. In der Haut der Krebse ist Kalk abgelagert, diejenige der Insekten mit einer Chitinschichte umgeben.

An der Haut des Menschen und der Thiere unterscheidet man dreierlei Schichten: 1. die Epidermis (Oberhaut), 2. das Corium (Leder- oder eigentliche Haut) 3. den Panniculus adiposus (Fetthaut).

1. Die Oberhaut (Epidermis). Die Epidermis (Fig. 119 *E*) zeigt beim Menschen und den Säugethieren eine wellenförmige Oberfläche und sendet grössere oder kleinere Hornzapfen in die darunter liegende Schichte (Corium, *C*). Die Oberhaut wird nach aussen durch verhornte Epithelzellen begrenzt [Stratum corneum, Hornschichte (*sr*)] an welcher durch Ueberosmiumsäure — wie Ranvier nachwies — eine sich stärker färbende obere, und eine ebensolche untere Schichte, und zwischen beiden ausserdem eine sich schwach färbende eingeschaltete Hornschichte (stratum lucidum, Oehl) unterschieden werden kann. Die oberen Zellen der Hornschichte sind kernlos, die obersten vertrocknen an der Luft, platten sich ab, und werden fortwährend abgeschilfert. In der darauf folgenden Schichte finden wir bereits breitere und mit Kernen versehene Zellen. Unter der untern Zelllage der Hornschichte der Haut liegt das Malpighi'sche Netz oder die Schleimschichte, auch Pigmentschichte (*M*) genannt.

Diese enthält beim Menschen und den Thieren das, die Hautfarbe bedingende Pigment. So ist beim Neger die Epidermis sehr dünn, die Malpighi'sche Schichte hingegen voll kleiner, schwarzer Körnchen, welche sich auch in den übrigen Zellen theils nach oben, theils nach abwärts erstrecken. Man nennt die Pigmentschichte auch Matrix der Haut, weil darinnen die Zellen proliferiren; die jüngeren Zellen steigen immer höher gegen die Hornschichte auf, bilden sich zu Hornzellen um, verhornen zur obersten Schichte gelangt gänzlich, und werden mit der Zeit abgestossen. Die Zellen der mittleren Lagen der Malpighi'schen Schichte sind Riffzellen (s. Fig. 8 *c* im allg. Theile) und enthalten ausserdem eingestreute Wanderzellen (Biesiadecki). Die untersten Zellenlagen derselben, welche die Hornzapfen darstellen, sind cylindrisch, und setzen sich mit ihren Enden in die structurlose, die Grenze zwischen Corium und Epidermis bildende Grundmembran ein. Von Einigen wird diese Basalmembran (nach Höllensteinimprägnation) als Endothelzellenlage aufgefasst.

2. Lederhaut (Corium). Die Lederhaut zeigt oben Hervorragungen, welche als Hautpapillen (Papillae cutis *S*) bezeichnet werden. Man unterscheidet gewöhnlich Gefäss- und

Nervenpapillen, doch ist diese Bezeichnung schon aus dem Grunde nicht richtig gewählt, weil in ein und derselben Papille beide Formationen vorgefunden werden. Doch soll bemerkt

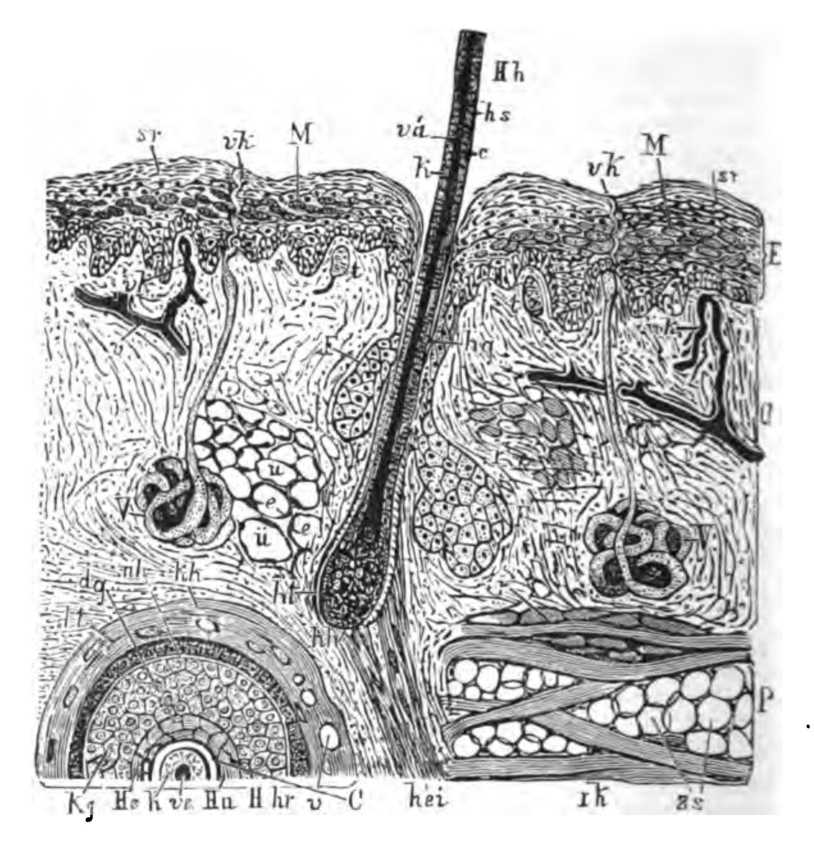


Fig. 119. Querschnitt der Haut, halbschematisch. *E* = Epidermis: *C* = Corium; *P* = Panniculus adiposus; *sr* = Stratum corneum; *M* = Stratum Malpighii (Schleim- oder Pigmentschichte); *Hh* = Längsschnitt eines Haares; *hs* = Haarschaft; *c* = Cuticula; *sá* = Marksubstanz; *k* = Rindensubstanz; *hh* = Haarzwiebel; *ht* = Haarbalg; *hg* = Haarwurzel; *F* = Talgdrüse; *hei* = Mm. Arrectores pili (aufwärtsrichtende Muskeln); *v* und *k* = Blutgefässschlingen; *vk* = Schweissdrüsen; *r* = Querschnitte elastischer Fasern; *ü* = durch Verdauung ihrer elastischen Bündel beraubte und mit Endothel ausgekleidete Lymphräume aus der Haut des Hundes; *rk* = Faserbündel; *zs* = Fettzellen; *H* = Querschnitt eines Haares: *He*, *Hu* = die beiden Schichten des innern Haarwurzelbalges: *He* = Henle'sche, *Hu* = Huxley'sche Zellenschichte der innern Wurzelscheide; *dg* = innere Wurzelscheide; *kg* = äussere Wurzelscheide; *dt* = innere Schichte des Haarbalges; *kh* = äussere Schichte des Haarbalges *üh* = structurlose Membran; *S* = Hautpapille; *vk* (oben) = Ausführungsgang der Schweissdrüsen.

werden, dass in jenen Papillen, in denen sich Nerven und Nervenendigungen reichlich vorfinden, Blutgefässe weniger vertreten sind, und umgekehrt. Die Spitze der Papillen besteht aus feinem, gallertigem Bindegewebe, welches in seiner faserigen und schlei-

migen Grundsubstanz Zellen führt. Je tiefer wir herabsteigen, umso derber wird das Bindegewebe und geht dasselbe am Grunde der Lederhaut in grobe Bindegewebsfaserzüge und Bündel solcher (*r*) über, die mit elastischen Faserbündeln vielfach gekreuzte, mit Endothelzellen (*e*) ausgekleidete Räume (*ü*) bilden (Ludwig und Stierling für die Haut des Hundes).

3. Die Fetthaut oder Schmeerschichte (Panniculus adiposus, *P*) ist ein, aus faserigen Bindegewebsbalken (*rk*) zusammengesetztes Gewebe, in dessen Maschen durch Bindegewebe verbundene Fettzellen eingelagert sind. Auf diese Lage folgt erst diejenige Schichte, welche die Haut an die, unter ihr belegenen Organe, Knochen, Muskel u. s. w. anheftet, das sogen. subcutane Bindegewebe.

Als Fortsetzung, manchmal als Prominenzen der Haut kommen gewisse Gebilde, die Nägel, Hufe, Klauen, Haare, Wolle, Federn, Borsten, Schuppen, Hörner u. s. f. vor, die man kurzweg als Hautanhänge bezeichnet.

Hautanhänge.

1. Das Haar. Die histologische Structur der Haare, ebenso der Wolle, Borsten, Schuppen u. s. f. ist im Wesentlichen die gleiche, nur ist der Bau der Borste und der Schuppe einigermassen complicirter.

Man nennt den in die Haut eingepflanzten Theil des Haares die Haarwurzel (Radix) (Fig. 119 *hg*), derselbe besitzt eine kugelige Anschwellung den Haarzwiebel (Bulbus) (*hh*), hingegen bezeichnet man den darüber liegenden, aus der Haut hervorragenden Theil als Haarschaft (Scopulus) (*hs*), welcher durch eine scheidenförmige, zellige Membran (Cuticula) (*c*) bekleidet wird. Die Haarsubstanz — Rindensubstanz — (*k*) scheint aus lauter Linien zusammengesetzt, die jedoch blos verhornte Epithelzellen sind.

Von letzterem Befunde kann man sich durch Einlegen des Haares oder der Borsten, durch 24 Stunden in Schwefelsäure und nachherigem Auswaschen in Glycerin unter dem Mikroskope überzeugen. Am Rande des Haares erblickt man die abgelösten und gequollenen Epithelzellen, die Waldeyer, nach Maceration, in linienförmige feinste Fasern zerlegen konnte.

In der Mitte des Haares verläuft die sogen. Marksubstanz des Haares, als röhrenförmiges Gebilde, welches zum Theil mit getrockneten Pigmentzellen, zum Theil mit Luft gefüllt ist. Die Farbe des Haares hängt zumeist von Menge und Qualität des Pigmentes ab. So besitzen blonde Haare sehr wenig, graue Haare und weisse Wolle kein Pigment. Je näher der Haarschaft zum Haarzwiebel tritt, um so mehr modificiren sich diese Zellen, werden weicher und den Zellen im Malpighischen Gewebe der Haut ähnlicher; da sie jedoch von den nachrückenden jungen

Zellen gedrückt werden, drängen sie die davor liegenden nach aufwärts, welche endlich im Haarschafte an der Luft austrocknen und mit Luft gefüllt werden. Die Markscheide des Haares erscheint wegen ihres Luftgehaltes unter dem Mikroskope dunkel.

Dieselbe Structur zeigen die Wolle, Stacheln und Borsten u. s. f., nur dass in Bezug auf die Zahl und Länge der Zellen als auch der Dicke und Consistenz der Gebilde, endlich bezüglich Structur der Markscheide, Varietäten vorkommen. Die Haarwurzel wird von der Wurzelscheide und dem Haarzwiebelfollikel umschlossen, welche jede aus zwei Schichten gebildet werden, und zwar erstere durch die äussere (*Kg*) und innnere (*dg*) Wurzelscheide, letztere wieder aus der sogen. Henle'schen Zellschichte (*He*) und der innern oder Huxley'schen Schichte (*Hu*) bestehend. Der Haarzbalg besteht aus einer äussern (*kh*) und einer innern Scheide (*dt*); Wurzelscheide und Haarbalg werden durch die Glashaut (*ü*) von einander getrennt.

Die äussere Haarbalgscheide (*kh*) führt Nerven und Gefässe (*v*), hingegen besitzt die innere (*dt*) eine Schichte glatter Muskelelemente. Mit dem Haarbalge hängen ferner die haaraufrichtenden Muskeln (Mm. Arrectores pili) (*hei*) zusammen (Eyland), bei deren Contraction sich die Haare, Borsten, Stacheln, Federn aufsträuben.

Das Haar geht an seiner Wurzel in eine sehr gefäss- und nervenreiche Papille über. Die Endigungsweise des Nerven in der Papille ist bis nun nicht bekannt. Nach den Untersuchungen von Arndt und Bonnet werden die Zwiebel und Bälge der Kopf- nnd der Thierhaare von Nervenästen und Geflechten umsponnen. In den Tasthaaren der Thiere sind Tastendorgane nachgewiesen.

Die Haare, Wollhaare und Borsten der Thiere sind nach gleichem Typus gebaut, wechseln jedoch nur in Bezug auf Form, Dicke und Structur des Markraumes von einander ab (S. Nathusius Königsborn „Das Wollhaar des Schafes" 1868). Die Hornschichte der übrigen Hautanhänge, als der Nägel, Krallen, Hufe und Klauen werden durch verhornte Epidermiszellen gebildet. (Ueber das Tastorgan der Haut vgl. Sinnesorgane.)

Structur der Talg- und Schweissdrüsen der Haut.

Die Talgdrüsen münden entweder an der Hautoberfläche, oder in die Haarbälge; letztere sind (Fig. 119 *F*) gewöhnlich kleiner, als die selbständigen. Die auf den kleinen Schamlefzen, an der Glans penis und dem Präputium (Tyson'schen Drüsen), ebenso diejenigen am Lippenrande münden nicht in Haarbälge; gänzlich fehlen solche an der Handfläche und der Fusssohle. Die Talgdrüsen stellen einfache acinöse Drüsen dar, deren struc-

turlose Membran mit einer einschichtigen Lage polygonaler, oder rundlicher, platter, kernhaltiger Zellen ausgekleidet ist. Die Zellen enthalten lauter Fettöpfchen und ähneln den Epithelzellen der Milchdrüse.

Die Schweissdrüsen (Fig. 119 *V*) sind tubulös und bilden in den untersten Parthieen des Corium Knäuel. Aus diesem zieht durch die Epidermiszellen der korkzieherartig gewundene, aus structurloser Membran bestehende Ausführungsgang (*vk*). Um den Ausführungsgang in der Epidermis bilden die platten Zellen eine dicke Cuticularwand, hingegen weist derselbe im Corium eine structurlose und eine bindegewebige Membran auf, in welcher glatte Muskelelemente (Kölliker) verlaufen, durch deren Contraction das Volumen der Drüse verkleinert werden kann. An der Handfläche, der Fussohle und in der Achselhöhle kommen reichlich, am Stamme spärlicher Schweissdrüsen vor, ganz fehlen sie am Praeputium, Lippensaume und der Glans penis. Beim Hunde und der Katze kommen Schweissdrüssen auch an den Fussohlen vor.

Modificirte Schweissdrüssen sind ferner: die Circum-Anal-Drüsen, die Ohrenschmalz-Drüsen (Gl. ceruminosae) und die Moll'schen Augenlid-Drüsen, welche in die Bälge der Lidhaare münden. Die kleinen, gewundenen Röhren im Knäuel besitzen platte und kernhaltige, die grösseren hingegen structurlose, theils mit Fettkörnchen durchsetzte Cylinderzellen (Ranvier).

Das Drüsenknäuel wird von einem Gefässnetze (sogenannten Wundernetz) umgeben (Brücke), welches derartig construirt ist, dass die Arterie, sich ehe sie das Capillarnetz bildet, in zahlreiche feine radiär angeordnete Aestchen verzweigt, welch letztere dann das Knäuel korbähnlich umfassen.

Einigen Schweissdrüsen kommt auch die Eigenschaft zugleich Talg zu secerniren zu.

Um die Drüsen herum trifft man ein reiches Nervennetz; (Tomsa), die Endigungsweise der Nerven — obschon der Einfluss der letzteren nicht in Abrede gestellt werden kann, ist bis nun noch nicht ermittelt.

Lymphgefässsystem der Haut.

Behufs Nachweises der Lymphwege stellten Ludwig und Stierling interessante Untersuchungen an der Haut von Hunden an. Zu diesem Zwecke wurde die Haut abrasirt, ein kleines Stückchen abgelöst, an ein Glasrohr gebunden, mit Verdauungsflüssigkeit im Verdauungsofen verdaut und nach 24—48 Stunden feine Querschnitte daraus gemacht. In einem andern Falle wurden die Blutgefässe der Haut injicirt, und dann eine solche verdaut und in Querschnitte zerlegt. Es stellte sich hiebei heraus, dass

die Blutgefässe um die Schweissdrüsen und Haarbälge herum ein reiches Capillarnetz spinnen, hingegen an den übrigen Hautparthieen kaum Cappillarzweige und nur wenig Arterien und Venenäste gefunden wurden. — Ferner ergaben diese Untersuchungen, dass die mit Blutgefässen wenig, oder gar nicht versorgte Parthie des Corium aus vielfach gekreuzten leimgebenden Faserbündeln (Fig. 119 *r*) und aus einem elastischen Balkenwerke besteht, deren Zwischenräume (*ü*) mit endothelartigen (*e*) Formationen ausgekleidet sind, welche Räume die Lymphwege für die gefässlosen Hautbezirke darstellen. Da durch den Verdauungsprozess die leimgebenden Faserbündel aufgelöst werden, so treten die Hohlräume, und die an deren Wänden haftenden Zellen sehr deutlich zu Tage.

Teichmann, Joung und neuerer Zeit Neumann stellten das Lymphgefässsystem der Haut des Menschen als ein, das Corium mit feineren und gröberen Gefässen durchsetzendes Netzwerk durch Injectionen ins Gewebe dar, und kann man dasselbe als ein oberflächliches und tiefliegendes Lymphgefässnetz bezeichnen. An der Fusssohle findet man einzelne Zweige des Lymphgefässes bis in die Hautpapillen hinein ragen (Teichmann. Die Lymphgefässe lassen mit Höllenstein behandelt Endothelzellconturen erkennen. Die in der Haut sich verästelnden Blutgefässe ziehen im Corium nach aufwärts und verzweigen sich daselbst, die feinsten Arterienzweige gehen in Capillaren über, welche in den Papillen entweder achtförmige, oder einfache Schlingen bilden (Fig. 119 *v* u. *k*); Papillen mit Nervenendigungen zeigen spärliche Blutgefässe. In den Papillen des Zahnfleisches der Kinder bilden die kleinsten Arterien ein reiches Capillargefässnetz, welches dann in die Vene übergeht.

Physiologie der Hautathmung.

Die Hautathmung kommt in Rücksicht auf die Qualität derjenigen der Lunge gleich; ein Unterschied besteht nur in der Grösse des Gasumtausches. Obschon für den Menschen und die grösseren Hausthiere von besonderer Wichtigkeit, spielt die Hautathmung bei den Amphibien und den niedrig organisirten Thieren — bei denen die Lungenathmung in geringerem Maasse als die Hautathmung ausgebildet ist, oder auch ganz fehlt — eine grosse Rolle. Es ist von Einigen der Satz aufgestellt worden, dass der gesammte Gaswechsel, durch Ausschaltung der Transpiration der Wiederkäuer keine Veränderung erleidet; daraus müsste nach diesen Autoren folgen, dass der Gasumtausch durch die Haut für die Säugethiere nicht unumgänglich nöthig sei. Dem gegenüber steht jedoch die Thatsache, dass warmblütige Thiere, deren Haut gut gefirnisst wurde (Foucault, Becquerel, Breschet), nach

einer gewissen Frist abstarben. Wenngleich daraus noch nicht gefolgert werden kann, dass durch die Ausschaltung der Hautthätigkeit, eventuell ihrer Athmung der Tod des Thieres herbeigeführt wurde, sondern das Thier durch die starke Herabsetzung der Körpertemperatur abstirbt. Solche gefirnisste Thiere strahlen nämlich sehr viel Wärme aus (Krieger); was durch die starke Ausdehnung der Blutgefässe zu Stande kommt (Laschkewitsch). Valentin und Schiff erhielten solche gefirnisste Thiere durch nachträgliches Einhüllen und Erwärmen am Leben. Senator stellte den Versuch an Menschen an, ohne dass das Individuum dabei Schaden genommen hätte. Anders verhält sich die Sache bei niedriger organisirten Thieren, wo die Hautathmung von ungleich höherer Wichtigkeit ist. Wird der Leib eines Frosches, oder Salamanders mit Oel bestrichen, oder gefirnisst, so stirbt das Thier bald ab. Hingegen lebt ein solches Thier, wenn ihm die Lungen abgebunden, oder exstirpirt werden (und das Thier sich dabei nicht verblutet) länger als eines, dem durch Einölen die Hautathmung sistirt wurde. Bidder fand bei seinen Untersuchungen an Winterfröschen $^3/_4$ der ausgeschiedenen Kohlensäure von der Hautathmung herstammend (bei Sommerfröschen $^2/_3$). Die Untersuchungen von Klug, welche er mit einem von ihm construirten kleinen Apparate ausführte, durch welchen die Lungen- und Hautathmung des unverletzten Frosches gesondert, und deren Gase einzeln analysirbar wurden, ergaben gleichfalls die grosse Wichtigkeit der Hautathmung für den Frosch.

Die Function der Haut und der Nieren steht im engen Zusammenhange; so urinirt sowohl der Mensch, als das Thier im Winter mehr als im Sommer; im erstern Falle ist der Harn weniger dicht, als in letzterem. Dies erklärt sich aus dem Umstande, dass die Hautausdünstung im Sommer eine stärkere ist, somit ein grösserer Theil des Wassers durch die Haut eliminirt wird und der Nierenthätigkeit weniger davon zukommt, während im Winter das Gegentheil eintritt. — Durch die Hautthätigkeit verliert der Mensch binnen 24 Stunden $^1/_{67}$ seines Gesammtkörpergewichtes (Séguin) welche Zahl noch einmal so gross als die Summe des Gasaustausches durch die Lungen (Valentin) ist; von diesem grossen Verluste kommen nach Scharling blos 10, nach Aubert blos 3·9 Gramme auf die Kohlensäureabgabe, das übrige auf Rechnung der Wasserverdunstung.

Nach Gerlach steigert sich die Kohlensäureathmung der Haut mit zunehmender Temperatur der Umgebung, nach Aubert kann dieselbe das Doppelte, als bei normaler Temperatur betragen, ebenso vermehrt Muskelarbeit die Kohlensäureabgabe. — Regnault und Reiset constatirten ferner den Oxygenverbrauch der Haut. Der Gaswechsel ist hiebei ein derartiger, dass die aufgenommene Menge des Oxygens soviel, oder noch mehr als

die Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure beträgt. Da jedoch bei höher organisirten Thieren und dem Menschen die Hautgase blos $^{1}/_{180}$—$^{1}/_{222}$ Theil des bei der Lungenathmung vollführten Gaswechsels betragen, so ist die Wirkung der Hautathmung bei diesen von geringerer Tragweite, als bei den niedrig organisirten Thieren. Dieser Umstand spräche mehr für das rasche Absterben gefirnisster Thiere infolge der Herabsetzung ihrer Körperwärme. Der Gasaustausch der Haut warmblütiger Thiere ist angeblich noch geringer, als der des Menschen.

Die Erfahrungen Ellenberger's stellen nicht fest, dass jedes Thier, wenn seine Haut — sei es bis auf $^{1}/_{4}$—$^{1}/_{8}$ der Körperfläche — befirnisst wird, dadurch absterben müsse. —

Bei Hunden wird (nach demselben Autor) nach dem Befirnissen die Zahl der Pulsschläge vermehrt, die Temperatur jedoch herabgesunken gefunden; die Athmung wird tiefer und seltener; es tritt Ermattung, Abgeschlagenheit und eine vorübergehende Appetitlosigkeit, doch weder Poly- (Viel-) noch Albuminurie (Eiweissharnen) ein. Die Entwickelung wird durch solche Maassnahmen bei Schweinen etwas gestört, mit Temperaturabfall geringern Grades.

Schafe vertragen das Firnissen am allerwenigsten. Es tritt überall venöse Hyperämie, auch Oedem, in den Körperhöhlen Hydrops auf. Die Temperatur fällt sogar schon bei der Schur. Ebenso erzielt man bei Pferden durch das Scheeren bereits Temperaturverminderung; Einfirnissen derselben ruft tieferes und selteneres Athmen, Temperaturabfall (auch bis um 3 Grade), Pulsbeschleunigung, Muskelzittern, vorübergehende Appetitstörung, Unruhe geringern Grades, ödematöse Schwellungen am Unterleib und den Extremitäten, Abgeschlagenheit, und anfänglich Polyurie mit Harnstoffvermehrung hervor. Diese Symptome dauern oft 1—3 Wochen lang, worauf die Thiere vollständig gesunden.

Auf die Kohlensäure-Ausscheidung wirkende Verhältnisse.

Die Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure wird von verschiedenen Einflüssen bedingt. Erwähnt wurde bereits das Alter, die Temperatur der Umgebung, endlich die Körperconstitution. Hieher sind ferner in erster Linie die Athembewegungen zu erwähnen, so deren Tiefe oder Oberflächlichkeit, Seltenheit oder Frequenz. Man unterscheidet eine absolute und relative Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure. Unter absolutem Werthe verstehen wir jene Menge, welche in einer bestimmten Zeiteinheit (z. B. Secunden, Minuten), oder während einer bestimmten Anzahl von Respirationen entweder nach dem Volum oder dem Gewichte, durch die Lungen ausgeschieden wird. Unter dem relativen Werthe fassen wir jene Menge auf, welche die Lunge während einer Exspiration entleert. Die absolute Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure wechselt mit der Aenderung der Zahl der Respirationen der oberflächlichen, tiefen, häufigen oder seltenen Ausführung derselben.

Vierordt constatirte, nach an sich selbst angestellten Ver-

suchen, dass wenn die Ausathmungsluft in zwei Absätzen aufgefangen wird, im ersten die ausgeschiedene Kohlensäuremenge geringer (3·7%) ist, als im zweiten, zu Ende der Athmung (5.4%); dies rührt daher, weil am Schlusse der Athmung die in den Lungenbläschen aufgestapelte Kohlensäure gleichfalls herausbefördert und mit der ausgeathmeten Luft gemengt wird, während die in den grössern Luftwegen enthaltene Atmosphäre, da der Gasaustausch in den Lungenbläschen stattfindet — deren weniger enthalten muss, mithin mehr der gewöhnlichen atmosphärischen Luft gleicht (Allen und Pepys), und zu Beginn der Athmung blos aus den groben Luftwegen die Luft ausströmt. Bei tieferer, aber an Zahl gleicher, als auch bei frequenter aber gleich tiefer Respiration, ist die absolute Menge ausgeathmeter Kohlensäure grösser, als hingegen die relative Kohlensäuremenge (im Vergleich zum Gasaustausche) geringer, wie man aus nachstehender Tabelle Vierordt's ersieht.

Zahl der Respirationen in einer Minute	Volum d. ausgetauschten Luft	Kohlensäure		Respirationsgrösse	Kohlensäure	
		Volum	%		Volum	%
12	6000	258 Ccm.	4·3	500	21 Ccm.	4·3
24	12000	420 „	3·5	1000	36 „	3·6
48	24000	744 „	3·1	1500	51 „	3·4
96	48000	1392 „	2·9	2000	64 „	3·2
				3000	72 „	2·4

Die Nahrungsmittelaufnahme ist auf die Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure ebenfalls von Einfluss. So wies Vierordt nach, dass dieselbe gleich nach der Nahrungszufuhr plötzlich zu steigen anfängt und eine Stunde darauf das Maximum erreicht hat, wobei die Menge der Nahrung von besonderem Ausschlage ist. Smith's Beobachtungen ergaben ein gleiches Resultat; Wundt verlegt das Erscheinen des Maximum auf 2—3 Stunden nach der Nahrungseinnahme.

Nach auf die Mahlzeit folgenden drei Stunden wird die Ausscheidung der Kohlensäure angeblich stetig geringer und fällt bis zu jenem Punkte, auf welchem sie vor der Mahlzeit gestanden.

Bezüglich der Zusammensetzung der Nahrungsmittel muss erwähnt werden, dass die Ausscheidung der Kohlensäure bei reichlicher Kohlehydrate-Zufuhr beträchtlich in die Höhe geht. Dies mag daher rühren, dass in den — dem Albumin und Fetten gegenüber — an Oxygen reichern Kohlenhydraten, die Menge des Oxygens so viel beträgt, dass sie zur Verbrennung der in ihnen vorhandenen Hydrogens zu Wasser hinreicht, wodurch das eingeathmete Oxygen sämmtlich zur Oxidation des in ihnen vorhandenen Kohlenstoffes aufgebraucht werden kann. Die Einwirkung

der Nahrungsstoffe auf die Ausscheidung der Kohlensäure haben mehrere Forscher am Menschen, ferner Boussingault an der Schildkröte nachgewiesen. Letzterer fütterte zu diesem Zwecke ein Thier, ein anderes liess er hungern. Er bekam aus beiden folgende Werthe:

Ein gut genährtes Exemplar schied 5·1 Gr. Kohlensäure
„ nicht „ „ „ 2·2 „ „ aus.

Bidder und Schmidt machten ihre Versuche an hungernden Katzen. Ein solches Thier schied durch 5 Tage binnen 24 Stunden 45·07 Gr., in den darauf folgenden 5 Tagen 37·76 Gr., im 3. (5tägigen) Turnus 34·93 Gr., am 16 Tage 30·75 Gr., am 17. Tage 27·97 Gr., schliesslich am 18. Tage blos 22·12 Gr. Kohlensäure aus, woraus ersichtlich wird, dass während des Hungerns die Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure stetig fällt.

Marchand's an Fröschen angestellte Hungerversuche und Messungen der ausgeschiedenen Kohlensäure gaben folgende Resultate:

Dauer des Hungerns in Tagen	Die Menge der binnen 24 Stunden ausgeschiedenen Kohlensäure in Milligr.
15	100
20	50
23	46
29	37
31	30
36	37
46	38
56	24
63	24

Vierordt stellte Untersuchungen an sich selbst an und schied — ohne Nahrungseinnahme — in der Minute aus:

zu Mittag . . . . . 270 Ccm. CO_2
um 1 Uhr . . . . . 241 „ „
um 2 Uhr . . . . . 258 „ „

Bei einem zweiten Versuche speiste er um ½1 Uhr, und fand in der Respirationsluft 258 Ccm. CO_2, um 2 Uhr hingegen 295 Ccm. CO_2.

Von besonderem Einflusse auf die Menge ausgeschiedener Kohlensäure ist ferner das Lebensalter. Nach Andral und Gavarret steigert sich dieselbe beim Menschen bis zum 30. Jahre, von da ab fällt sie unter gleichbleibenden Umständen langsam abwärts. Andere wollen dies nicht so sehr dem Lebensalter, als der veränderten Körperconstitution und Nahrungsweise zugeschrieben wissen. Nach der Körperconstitution und dem Gewichte wechselt die Ausscheidung der Kohlensäure ebenfalls. So scheiden starke, musculöse und lebhafte Individuen in

derselben Zeiteinheit mehr Kohlensäure aus, als muskelschwache, decrepide und träge, obgleich eben so grosse und schwere Naturen. Thiere mit grösserem Gewichte geben eine grössere Menge Kohlensäure ab, als solche von kleinem; so das Pferd und Rind verhältnissmässig mehr als der Mensch, dieser mehr als Hund, oder Katze u. s. f., schliesslich die kleinen Vögel weniger als Vierfüssler. Bei Individuen derselben Thierspecies ist schliesslich eine Differenz ebenfalls nachweisbar, wenn sie nicht gleiches Gewicht zeigen. So athmet nach Dulong ein Kaninchen von 1190 Gr. in einer Stunde ein Liter Kohlensäure aus, hingegen eines von 990 Gr. blos 0·806 Liter.

Schwerathmigkeit beeinflusst gleichfalls die Ausscheidung der Kohlensäure, die mit der Veränderung des Rythmus der Respirationen bei Dyspnöen (in Lungenkrankheiten etc.) wechselt.

Die Temperatur der Luft macht auf die Ausscheidung der Kohlensäure ebenfalls ihren Einfluss geltend; werden Kaltblütler in eine Atmosphäre von höherer Temperatur versetzt, so steigert sich die Menge ausgeschiedener Kohlensäure beträchtlicher, als bei grösserer Abkühlung (Spallanzani). In einer Atmosphäre von 39 ° C. gibt ein Frosch nach Moleschott, beinahe dreimal so viel Kohlensäure ab, als in einer solchen von 6 ° C. Nach Pflüger und Velten sinkt die Kohlensäuremenge bei Abkühlung von Warmblütern in kalter Atmosphäre sehr rapid; steigt hingegen bei erhöhter Körpertemperatur (im Fieber) nach Ludwig und Sanders-Ezn beträchtlich. Umgekehrt steht das Verhältniss, wenn die Körpertemperatur bei Wechsel des Mediums constant verbleibt, da bei zunehmender Kälte die Tiefe und Zahl der Respirationen vermehrt und dadurch mehr Oxygen aufgenommen wird, wie diess Lavoisier, Pflüger, Colosanti und Voit beobachteten. Bei Thieren erhob sich bei wechselnder Aussentemperatur die Kohlensäureauscheidung um $^1/_3$, wenn die Temperatur unter 8 ° C., als wenn sie über 38 ° C. betrug.

Den Luftdruck anlangend, wächst die Kohlensäuremenge bei höherem atmosphärischem Drucke (Vierordt), noch mehr bei verdichteter Luft (Vivenot). Wird der Luftdruck auf ein gewisses Maass (40—50 Mm Quecksilberdruck für Säugethiere und 120 bis 125 Mm für Vögel) herabgesetzt, so tritt der Tod ein, da in den Gefässen die Blutgase frei werden.

Von besonderer Wirkung auf die Ausscheidung der Kohlensäure sind ferner die Ruhe und die Muskelarbeit. Je mehr Muskelarbeit der Mensch, oder ein Thier leistet, um so beträchtlicher mehr Kohlensäure wird ausgeschieden. Eine Fusstour von einigen Meilen kann die Kohlensäureausscheidung mehrmals um das Dreifache des Normalen beim Menschen steigern. Nach den Experimenten von Newport producirte ein Thier in der Ruhe binnen 24 Stunden

blos 0·30 % Kohlensäure; starke Bewegung hob dieselbe in einer Stunde auf 0·34 %. Ebenso erhellt aus den Versuchen von Lavoisier, dass Bewegung und Arbeit auf den Gasaustausch befördernd wirken; dieselben Resultate erhielten Prout und Horn, was neuerdings von Vierordt und Schmidt, ebenso von Lavoisier für das Pferd bestätigt wurde.

Bemerkenswerth sind ferner die Schwankungen in der Kohlensäuremenge während des Tages und der Nacht, welche von älteren Forschern und neuerer Zeit von Pettenkofer und Voit für den Menschen, von Henneberg für das Rind constatirt wurde. Diesen zufolge scheidet der Mensch, oder das Thier bei Tage mehr Kohlensäure aus, als des Nachts. Nach Henneberg hängt dies jedoch weniger mit den Tag- und Nachtschwankungen, als denjenigen der Nahrungseinnahme zusammen; er fand nämlich bei nächtlicher Fütterung die Kohlensäureausscheidung grösser, hingegen, wenn er bei Tag nicht fütterte, war dieselbe geringer; ebenso hängt dies mit der Tagesmuskelarbeit und der nächtlichen Ruhe zusammen. Allen und Pepys machten Beobachtungen an schlafenden Meerschweinchen, und constatirten, ebenso auch Prout, Verminderung der Kohlensäure während des Schlafes; die Controlleversuche Scharling's an Menschen ergaben ein gleiches Resultat. Boussingault fand, dass Turteltauben bei Tag 94 Cgr., bei Nacht blos 59 Cgr. Kohlensäure abgaben; dasselbe konnte Lehmann an Tauben, Marchand an Fröschen constatiren. Die Kohlensäureausscheidung wird endlich durch das Licht beeinflusst. An lichten Orten vermehrt sich (nach Moleschott bei Fröschen, nach Selmi und Piacenti an Säugern und Vögeln) die Kohlensäure selbst dann, wenn beim Frosche die Lunge exstirpirt (Fubini), oder das Rückenmark zerstört wird (Chasanowitz); daneben wächst der Oxygenverbrauch (Pflüger und Platen). Dasselbe kann man an geblendeten Individuen constatiren. Blauviolettes Licht ist hiebei von derselben Wirkung wie weisses, hingegen das rothe in geringerem Maasse (Moleschott und Fubini).

Nicht minder übt die chemische Zusammensetzung der Luft einen Einfluss auf die Abgabe der Kohlensäure aus; je reicher die Luft an Kohlensäure ist, desto weniger athmet das Thier von derselben aus; nimmt die Menge derselben derartig zu, dass ihr Druck in der atmosphärischen Luft grösser wird, als derjenige derselben in den Lungen, so erfolgt gar keine Ausscheidung, sondern sie diffundirt in das Blut der Lungen (W. Müller). Reines Oxygen ändert weder den Chemismus, noch den Mechanismus der Athmung (Regnault und Reiset.) In reiner Kohlensäure, oder anderen irrespirablen Gasen stirbt das Thier ab. Letztere sind zweierlei: positiv und negativ tödtende Gase. Zu den positiv tödtenden Gasen zählen wir: die Kohlensäure (CO_2), das

Kohlenoxyd (CO), das Stickstoffoxyd (NO), das Stickstoffoxydul (N_2O), das Schwefelhydrogen (H_2S), die Blausäure (CNH), das Chlor, (Cl) u. s. f., die negativen oder indifferenten (Landois) sind: Stickstoff (N), Hydrogen (H) und des Sumpfgas (CH_4). Jene wirken auf das Blut, oder Nervensystem, also mittelbar auf die Respirationsorgane schädlich, diese, indem sie das zur Athmung nöthige Oxygen verdrängen.

Veränderungen in der Menge ausgeschiedener Kohlensäure beobachtet man auch nach den Tageszeiten; hier scheint aber die Wirkung von der Nahrungszufuhr abzuhängen.

Geistige Thätigkeit soll nach Einigen Verminderung der Kohlensäureauscheidung zur Folge haben.

Der Winterschlaf der Thiere alterirt ebenfalls die Kohlensäure-Auscheidung. — Während das Murmelthier unter normalen Verhältnissen stündlich 2 Liter Oxygen verbraucht, benöthigt es nach Saissy im Winterschlafe erstarrt bei 7 ° liegend (November) blos 1 ½ Liter. Bei einem zweiten Exemplare, das wach blieb, aber nicht frass, beobachteten Regnault und Reiset blos einen Verbrauch von 1·45—0·5 Liter auf 1 Kilogr. Körpergewicht. Im ausgebildeten Stadium des Schlafes und der Erstarrung konnten dieselben gar keine Respiration wahrnehmen. Die Insekten haben im Larven- und ausgebildeten Zustande einen sehr verschiedenen Gasumtausch. So ist das Verhältniss der ausgeschiedenen Kohlensäure beim gewöhnlichen Kohlweissling (Pontia brassicae) nach Newport: 42·0, das der Raupe 2·2, das der Puppe 11·6. Grössere Differenzen ergaben sich bei einer Art Sphinx im Gaswechsel zwischen Raupe und Puppe, und zwar das Verhältniss zwischen Puppe und Raupe wie 410:15. —

Aeussere und innere Athmung.

Wir haben im Vorstehenden zwischen Lungen- und Hautathmung unterschieden; dabei in Kürze bemerkt, dass ausserdem auch Gewebsathmung vorhanden sei. Unter letzterer verstehen wir, dass die Athmung nicht allein durch die Lungen und die Haut erfolge, sondern an diesem Vorgange sich jedes Organ, jedes Gewebe, sogar jede einzelne Zelle thätig erweise. In diesem Sinne spricht man demnach von äusserer und innerer Athmung, und versteht unter der erstern die Lungen- und Hautathmung, unter der letztern diejenige in den Geweben selbst vor sich gehende.

Zwischen der Lungen- und der Gewebsathmung herrscht gewissermassen eine Uebereinstimmung; die Blutzusammensetzung des rechten und des linken Herzens zeigt nämlich wenig Unterschiede, obschon das eine in den Lungen, das andere in den Geweben oxydirt wird.

Während der Circulation entstehen durch die mannigfachen Oxydationsprocesse des Blutes verschiedene Oxydationsproducte, welche zu den betreffenden Geweben geleitet werden; um diese entweder zu ersetzen, oder aber um in flüssiger oder Gasform ausgeschieden zu werden. Im Blutserum ist — wie bekannt, — wenig Oxygen vorhanden, der grösste Theil davon an das Hämoglobin lose gebunden; doch ist auch dieses nicht im Sinne von fest chemisch gebundenem zu betrachten, weil das Hämoglobin, wenn dem Blute Kohlenoxyd zugeführt wird, alsbald das Oxygen abgibt, an dessen Stelle das nur schwer, oder — wenn in grösster Menge zugeführt — gar nicht austreibbare giftige Kohlenoxyd tritt, und Kohlenoxydhämoglobin bildet. Diese Eigenschaft der Blutkörperchen ist von um so grösserer Wichtigkeit, weil sie theils das Oxygen an sich zu verdichten, daneben den im Blute befindlichen Verbindungen rasch zu übergeben im Stande sind, was bei fester Verbindung (damit aber auch die systematische Oxydation des Blutes) unmöglich wäre, Die Blutzellen sind somit als Oxygen condensirend und als Oxygen-Träger (Ozonophor) zu betrachten.

Von der Kohlensäure ist es bekannt, dass sie theils vom Blutplasma (im Serum sogar in grösserer Menge) absorbirt, theils lose chemisch gebunden ist; ferner durch Erwärmen oder Auspumpen leicht ausgetrieben werden könne. Ein Theil derselben ist im Blute an die bereits erwähnten Salze fest gebunden. Studirt man nun die Ausströmung der Kohlensäure und Einfuhr des Oxygens beim Gaswechsel in den Lungen, so wird gefunden, dass die Kohlensäure theils durch die, durch Oxydation des Blutzellenstroma entstandene (bisnun noch hypothetische) Blutzellensäure ausgetrieben wird; theils aber auch dadurch, dass die im Blute befindliche Kohlensäure — infolge ihres innewohnenden grössern Druckes — in die atmosphärische Luft übergeht, wo deren Druck ein geringerer ist; hingegen das Oxygen aus der Luft infolge des höhern atmosphärischen Druckes in die Lungen einströmt.

Neuerer Zeit wurde ferner der Gasaustausch bei der Athmung von Donders, Pflüger u. A. als Dissociation der Gase aufgefasst. Man versteht darunter die dann erfolgende Vereinigung einiger Gase mit Körpern zu festen chemischen Verbindungen (nach Aequivalenten), wenn jene mit den Gasen zusammen unter einem bestimmten hohen, partiellen Drucke stehen. Die chemische Vereinigung zerfällt jedoch bei Verringerung des Druckes bis zu einer Minimalgrenze. Der minimale Druck bleibt jedoch constant, hingegen ist auf den Process die Temperatur von grossem Einflusse. Mit Erhöhung der Temperatur vermindert sich der an der Grenze der Dissociation noch geltende partielle Druck.

Als Beispiel für die Dissociation kann der kohlensaure Kalk gelten. Wird solcher an der Luft bis auf 440° C. erhitzt, so verflüchtigt sich die CO_2 aus ihrer chemischen Verbindung, um bei erfolgter Abkühlung wieder zurückzukehren.

Die Frage, ob die Oxydation nur in der Blutbahn und im Lungenblute, oder auch durch die Gewebsathmung erfolgt, ist bisher nicht endgiltig entschieden.

Uebereinstimmende Resultate zahlreicher Beobachtungen lassen es jedoch annehmen, dass im Thierkörper sämmtliche Arten der Athmungsoxydation vor sich gehen.

Einfluss des Nervensystems auf die Athmung.

Der Einfluss des Nervensystems auf die Athmung kommt auf zweierlei Art: die automatische und die reflectorische, zur Geltung.

Unter automatischen Centren versteht man diejenigen, welche ohne jeden äussern Einfluss, aus sich selbst im Stande sind, Reize auszulösen, zu functioniren. Ein solches automatisches Centrum für die Respiration liegt im Rückenmarke, beziehungsweise in der Medulla oblongata. — So war es bereits Galen bekannt, dass ein Thier, dessen Rückenmark an der Stelle des zweiten, oder dritten Halswirbels zerstört wurde — rasch zu Grunde geht. Le Gallois und nach ihm Flourens constatirten, dass nach Durchschneidung dieser Theile die Respiration und Herzschlag aufhört, während erstere nach Durchtrennung des Lendenmarkes oder der Lumbaranschwellung nicht alterirt wird; ebensowenig, als wenn die unteren Parthieen des Brustmarkes (die Stelle zwischen den letzten Intercostalnerven und der Lendenanschwellung) durchschnitten wurde. Wurden die Schnitte jedoch der Reihe nach aufwärts verlegt, so verloren die betreffenden Rippen ihre Beweglichkeit, welche mit der Dissection des ganzen Brustsückes vom Rückenmarke gänzlich aufhörte. Die unteren Parthieen des Halsmarkes können unbeschadet der früheren Verhältnisse zerstört werden; sobald man jedoch an die Ursprungsstelle des Zwerchfellnerven (der aus dem vierten Cervicalnerven entspringt, doch auch vom dritten und fünften Cervicalnerv Aeste empfängt) gelangt, hört jede Respirationsbewegung auf; es functionirt nunmehr Kehlkopf, Mund und Nase, und das Thier stirbt rasch ab.

Vögel, welche blos durch Rippenbewegung allein athmen, sterben ab, wenn die Rückenparthieen des Rückenmarkes; Frösche, wenn ihnen der Theil bis zum N. Glossopharyngeus zerstört wurde; Wiederkäuer hingegen bei Durchschneidung des Rückenmarkes in der Gegend des vierten Halswirbels; sie bleiben jedoch am Leben, wenn dies am sechsten Halswirbel vorgenommen wird, da dann das Zwerchfell weiter functionirt.

Le Gallois constatirte ferner, dass Entfernung des Rückenmarkes von der Medulla obl. die Athembewegungen des Rumpfes, nicht aber die des Mundes aufhören macht; die Athmung hört blos auf, wenn die Med. oblongata von den mit ihr zusammen-

hängenden Hirntheilen abgelöst wird; schliesslich, dass jede Athembewegung momentan aufhört, wenn die Medulla obl. selbst speciell an der Ursprungstelle des N. Vagus zertrümmert wurde. Daraus folgerte Le Gallois, dass das Athmungscentrum (das Princip von Le Gallois) sich an dieser Stelle befinde; und die Verletzung anderer Parthieen nur aus dem Grunde auf die Respiration störend wirkt, weil die Leitung zu diesem höhern Centrum unterbrochen wurde. Flourens bestimmte nach Le Gallois diese kaum stecknadelkopfgrosse Stelle, auf deren Verletzung sowohl die Respiration, als der Herzschlag stillsteht, und fand sie an der Spitze des Calamus scriptorius; er benannte diesen Punkt Lebensknoten (noeud-, oder point vital), weil beim Stiche in denselben das Leben sistirt wird. Bei den Batrachiern (Fröschen) und bei den Fischen ist dieser Punkt nach Flourens an der vordersten Stelle unmittelbar unter dem Kleinhirne gelegen. Nach Volkmann, Longet und Schiff ist dieses Centrum ein paariges, weil die Athmung nach Längsdurchschneidung in der Mitte der Medulla obl. nicht aufhört. Heidenhain und Gierke versuchten nach, an lebenden Thieren ausgeführten Medullaverletzungen eine genauere Bestimmung des Athmungscentrums auf mikroskopischem Wege. Nach ihnen wäre dasselbe am Ende des Calamus scriptorius nach aussen von dem Kerne des N. accessorius und unter dem Kerne der hinteren Pyramiden als ein längsverlaufendes Nervenbündel gelegen, welches etwa 1 Mm. vom Calamus scriptorius gegen die Furche der Ala cinerea und nach aussen nahe der anliegenden grauen Substanz belegen ist (S. Structur des Centralnervensystems). Etwas näher nach innen liegt der Vaguskern. Von diesem Bündel ziehen Fasern zur Raphe hin, durch welche die beiderseitigen Centren miteinander verbunden werden. Andere Fasern ziehen quer aus demselben und vermengen sich mit den Fasern des Vagus- und Glossopharyngeuskernes. Nach rückwärts können die Längsfasern in das Rückenmark verfolgt werden, und verlieren sich im, zwischen Vorder- und Hinter- (obern und untern) Horn gelegenen Reticulum.

Diese Faserbündel scheinen mit Ganglienzellen in Verbindung zu stehen, wenngleich dies mit Sicherheit noch nicht nachgewiesen ist, auch experimentell der Einfluss dieser gewissen Zellenreizung auf die Respiration nicht constatirt werden konnte. Wir wollen an dieser Stelle die Bemerkungen von Rosenthal anführen, wonach die Fasern von Gierke, blos Leiter eines Centrums darstellen, da Impulse nie durch Fasern, sondern blos durch Ganglienzellen ausgelöst werden können; und dass nach angeführtem Autor die Zellmasse des Athmungscentrums nicht klargelegt wäre. Es weisen ferner die Untersuchungen von Prokop Rokitansky und Schroff, genauer noch die von Langendorff und

Nitschmann dahin, dass im Rückenmarke einzelne Athmungscentren vorhanden sind, welche blos in ihrer Totalität mit dem Gehirne zur Gesammtgeltung gelangen.

Nach Christiani wäre am Grunde des dritten Hirnventrikels, im Innern der Thalami optici (Sehhügel) und nahe dem Corp. quadrigeminum ein Centrum, dessen mechanische, chemische oder thermische Reizung, während der Inspiration Athemstillstand, oder aber tiefe und frequente Respiration hervorbringt; welches jedoch nur über Einfluss des Centrum's vom verlängerten Marke functionirt. Aehnliches behauptet auch Filehne.

Kronecker und Markwald lösten durch elektrische Reizung der Medulla obl. Inspirationen aus.

Wird das Blut mit Sauerstoff übersättigt, so bleibt die elektrische Reizung der Medulla oblongata wirkungslos. — Das Verhältniss des Respirationscentrums zu den peripheren Nerven ist folgendes: Sämmtliche sensiblen Nerven sind auf die Respiration vom Einflusse und bedingen vorübergehenden Athmungsstillstand im Exspirationsstadium (Schiff). So wird die Athmung durch Berühren des Unterleibes, oder der Brust mit kaltem Wasser alterirt. Die hauptsächlichsten Alterationen in der Respiration erfolgen jedoch über Reizung des N. Trigeminus, des N. Glossopharyngeus, und des N. Vagus.

Durchschneidung des Halsvagus bringt grosse Störungen der Respiration zu Wege. Es werden die motorischen Nervenfasern des Kehlkopfes, der Trachea und der Lungen gelähmt, und bleiben die Erscheinungen der von der Lunge ausgelösten Reize aus; auf indirectem Wege wird das Lungengewebe selbst verändert (Entzündung tritt ein).

Die Wirkung der Vagusdurchtrennung war schon Le Gallois und Anderen vor ihm bekannt, und manifestirt sich als seltene, tiefe und forcirte Respiration; die Thiere (Kaninchen und Meerschweinchen) bleiben ruhig und bemühen sich, je mehr Luft in sich aufzunehmen. Marshall-Hall, Cruvelhier, Romberg, Thanhoffer u. A. erreichten durch mechanische Reizung des Vagus am Halse tiefe Inspirationsbewegungen; Thanhoffer bei ein- und beiderseitiger mechanischer Reizung der Vagi am Menschen auch sich bis zur Athemnoth steigernde Stickanfälle. Traube konnte durch elektrische Reizung des Vagus constanten Athemstillstand mit Contraction des Zwerchfellmuskels hervorrufen. Bei Erforschung dieser Verhältnisse theilten sich die Autoren mit ihren Ansichten in zwei Lager; die einen verlegten den Athmungsstillstand in das Inspirations-, die anderen hingegen in das Exspirationsstadium. Czermak sah die Athmung bei mechanischer Reizung am Menschen, während des Einathmens stillstehen; Pflüger und Burkart bei Reizung des N. laryngeus superior die Athembewegungen seltener werden, bei stärkerer Reizung jedoch

im Inspirationsstadium stille stehen. Bei erneuerter Reizung des bereits ermüdeten Nerven tritt jedoch auch das Gegentheil auf. Starke Reizung der Vagi kann den Tod herbeiführen (P. Bert). Jolyet fand am Hunde neben dem linken Vagosympathicus*) einen kleinen Nerv; über Reizung des centralen Stumpfes desselben erfolgte heftiges Husten und Athmungsstillstand; nach Rosenthal war damit zugleich der Vagus irritirt worden. Koths und Tiegel sahen bei mechanischer Vagusreizung die Respiration tiefer und seltener werden; was als directe Vagusreizung gedeutet werden kann. Wasylewski beobachtete gerade das Gegentheil. Aus den sämmtlichen, diessbezüglichen Untersuchungen ist demnach der Schluss gerechtfertigt, dass im Vagusnerven zweierlei Fasern vorhanden sein müssen; solche, bei deren Reizung Stillstand in dem Inspirations- und solche, bei denen er im Exspirationsstadium erfolgt. Nach den Forschungen von Christiani wirkt jeder sensible Nerv als Inspirationsnerv.

Die Durchtrennung des N. laryngeus inferior bringt Lähmung der Stimmbänder hervor und erfolgt hierauf die Ausathmung mit Geräusch.

Aus zahlreichen Experimenten kann auf das Medium geschlossen werden, welches auf die Respirationscentren und die peripheren Nerven reizgebend wirkt; und zwar ist dies das Blut, und wirkt nicht so sehr die Uebersättigung derselben mit Kohlensäure, als der Sauerstoffmangel darin auf die Centralorgane derartig reizend, dass eine neue Respiration ausgelöst wird. Am deutlichsten wird dies dadurch ersichtlich, dass bei Athmung in Sauerstoffgas, (wenn davon grosse Mengen aufgenommen werden) Apnoë (Athmungsstillstand) eintritt; das Thier benöthigt keine Luft, athmet nicht, aber erstickt auch nicht.

Unter Eupnoë versteht man die normale Art der Athmung; unter Dispnoë die schwere, forcirte Athmung, welche bei manchen Krankheiten dann auftritt, wenn das Blut entweder wenig Sauerstoff zugeführt erhält oder mit CO_2 übersättigt ist.

Die Reizung der peripheren, besonders der sich in den Lungen verzweigten Nerven ist angeblich auf die Athmung gleichfalls von Einwirkung; indem Impulse ausgelöst werden, welche auf refectorischem Wege die Inspirationsmuskeln in Thätigkeit versetzen. Bei der Inspiration überwiegt der Exspirationsreiz, und umgekehrt — auf reflectorischem Wege und bringt dadurch die Selbststeuerung der Lungen (Hering und Breuer) zu Wege.

---

*) Beim Hunde verlauft der Vagus und Sympathicus am Halse in gemeinsamer Scheide (bei anderen Thieren jedoch gesondert), wesswegen dieser Doppelnerv als Vagosympathicus bezeichnet wird.

Anormale, physiologische Athembewegungen.

Solche kommen zu Stande, wenn die Nerven des betreffenden Organes auf reflectorischem Wege in Reizung versetzt werden; so tritt bei Reizung der Schleimhaut der Luftwege Husten ein.

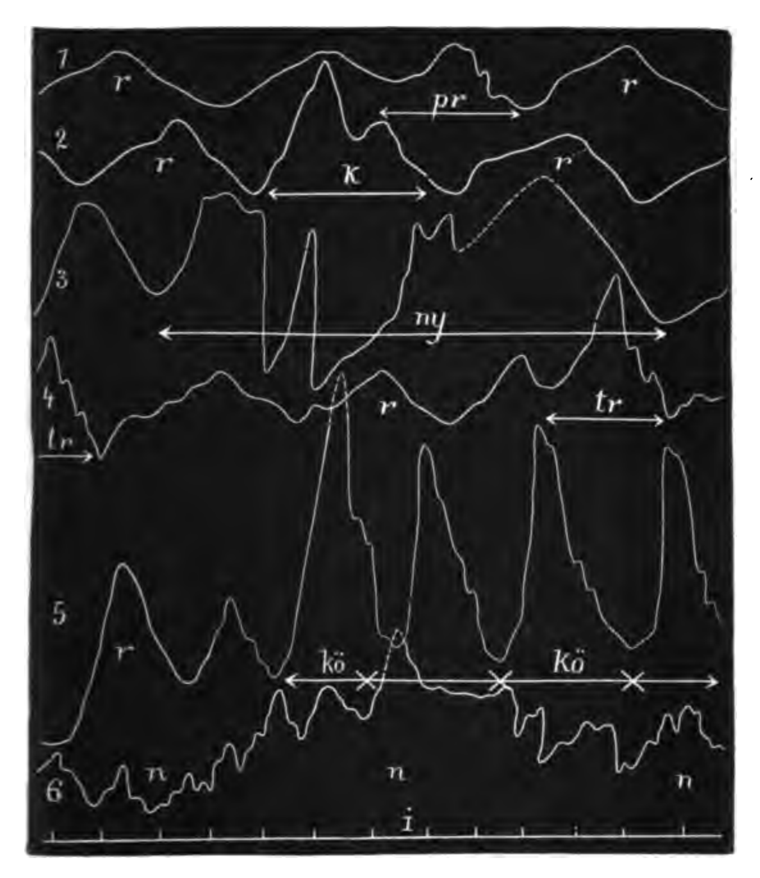


Fig. 120. Anormale physiologische Respirationsbewegungen graphisch dargestellt. 1—4 = Respiration bei ruhiger Haltung des Pferdes; *r* = bei normaler Athmung; *pr* = bei Schnauben; *k* = Husten; *ny* = beim Wiehern; *tr* = beim Niesen. 5 = Respiration des Menschen; *r* = normale Respiration; *kö* = beim Husten; 6 = Respiration des Menschen beim Lachen (*n*).

Nach Koths und Högyes entsteht der Husten ausserdem, wenn der Rachen, sei es durch chemische Agentien, oder den elektrischen Strom u. s. w., gereizt wird; ebenso tritt Husten bei Reizung des Oesophagus und des äusseren Gehörganges ein. Zu den anormalen, physiologischen Athembewegungen zählt man:

das Gähnen, Seufzen, Husten, Lachen, Niesen, Schluchsen, Rülpsen, Pfeifen, Weinen, Wiehern u. s. w. Diese sämmtlichen Athembewegungen sind derartig einfach, dass eine weitere Darstellung entbehrlich wird. Beim Lachen wird das Zwerchfell energisch erschüttert, beim Husten folgt auf eine tiefe Inspiration eine oder mehrere mehr minder rasche und starke Exspirationen; beim Seufzen auf eine tiefe Inspiration eine tiefe Exspiration u. s. f.

Einzelne dieser Bewegungen vom Menschen und dem Pferde sind in Fig. 120 graphisch dargestellt; die Curven sind nach der bereits mitgetheilten Methode (S. 375—377) entnommen. Die Curve 1 gibt das Schnauben des Pferdes (*pr*), die 2. das Husten (*k*), die 3. das Wiehern (*ny*), die 4. das Niesen (*tr*), auf der 5. ist das Husten vom Menschen (*kö*), auf der 6. das Lachen (*n*) dargestellt. Die Linie *i* gibt die Zeiteintheilung in Secunden.

VI. Abtheilung.

Physiologie der Se- und Excretionen.

Die Organe des Körpers scheiden gewisse Flüssigkeiten aus, theils zu dem Zwecke, um gewisse Producte, durch welche die Nachkommenschaft des Individuums erhalten wird (Samen, Milch), zu Tage zu fördern; oder aber um dieselben im eigenen Haushalte zu verwenden [das Secret einiger Drüsen (Verdauungssäfte)], oder schliesslich werden Substanzen ausgeschieden, welche durch ihr Verbleiben im Organismus schädlich wirken, sogar das Individuum zu Grunde richten könnten (Urin und Fäces). Die Se- und Excretion der Fäces, der Haut-, und des Verdauungstraktes sind bereits abgehandelt; es erübrigt somit noch die Abhandlung der Schweiss-, Talg- und Milchsecretion, als auch die Se- und Excretion des Harnes.

Schweiss- und Talg-Secretion.

Der Schweiss wird durch die Schweissdrüsen der Haut. (s. S. 388, Fig. 119 V) ausgeschieden.

Die Ausscheidung hängt von mehreren Factoren ab; zuvörderst von der Temperatur der Atmosphäre, je höher dieselbe steigt, umsomehr schwitzt der Mensch oder das Thier; ferner von der Dichtigkeit des Blutes, je weniger Wasser das Blut enthält, um so geringer ist die durch die Haut abgegebene Schweissmenge; hingegen je wasserreicher das Blut (besonders durch Genuss warmer Getränke) wird, um so reichlicher ist die Schweissabsonderung. Dessgleichen wird die Schweissabsonderung durch

erhöhte Herzaction gesteigert, da der Blutdruck in den Capillaren der Haut dadurch vermehrt und die Schweissdrüsen eine grössere Menge Blutserum zur Bildung von Schweiss erlangen; aus demselben Grunde ist letztere auch bei Muskelarbeit vermehrt. Einzelne Agentien vermehren die Schweissabsonderung, wie das Opium, Pilocarpin, Calabar, Nicotin, Morphium, Campher und die Ammoniakverbindungen; andere hindern dieselbe, z. B. das Atropin.

Die Untersuchungen von L. Kovács und Th. Marschalkó in Prof. Högyes Laboratorium über die Wirkung verschiedener Substanzen auf die Schweisssecretion ergaben:

a) Pilocarpin ist ein schweisstreibendes Mittel; seine Wirkung betrifft unmittelbar die Schweissdrüsen unabhängig von den Nervencentren und -Endigungen.

b) Atropin ist ein schweisssistirendes Mittel; seine Wirkung erstreckt sich gleichfalls unmittelbar auf die Schweissdrüsen, ohne Intervention der Nervencentren und peripheren Enden derselben.

c) Durch Atropin kann die Pilocarpinwirkung aufgehoben werden, jedoch nicht umgekehrt. Es besteht zwischen beiden Mitteln ein einseitiger Antagonismus, entgegen der Ansicht von Luchsinger, der einen doppelseitigen annimmt.

d) Muscarin ist gleichfalls ein schweisstreibendes Mittel, doch in der Wirkung schwächer als Pilocarpin; es wirkt direct auf die Drüsenelemente.

e) Duboisin ist ein stärkeres schweisssistirendes Mittel, als das Atropin, stimmt mit diesem in seiner antagonistischen Wirkung gegenüber Pilocarpin u. s. w. vollkommen überein.

f) Calabar und Nicotin bewirken ebenfalls Schweisssecretion, die Natur der Wirkung ist eine gemischte, theils centrale, theils periphere; letztere jedoch bedeutend geringer, als erstere.

g) Strychnin und Pikrotoxin bewirken die Ausscheidung blos durch Reizung der Schweisssecretionscentren.

h) Die Inhalation flüchtiger Oele bewirkt auf der Katzensohle keinen Schweissaustritt.

Goltz, Kendall, Luchsinger und Ostroumow wiesen durch Experimente den von der Blutcirculation unabhängigen Einfluss der Nerven auf die Schweissabsonderung nach; da vorübergehend auch durch Reizung der Nerven an amputirten Gliedmassen mehrfach Schweisssecretion beobachtet wurde. Bei Reizung der Nerven an intacten Extremitäten ist die vasomotorische Wirkung auf die Schweissabsonderung ebenfalls vom Einflusse.

Die die Schweisssecretion regulirenden Fasern der hinteren Extremitäten der Katze verlaufen im N. ischiadicus. Bei Reizung des peripheren Stumpfes dieser Nerven konnte Luchsinger an der unbehaarten Sohle des Thieres Schweisssecretion beobachten, wenn diese bevor auch gut abgetrocknet war. Wird hingegen der N. ischiadicus der Katze durchschnitten und das Thier in einen Raum mit heisser Temperatur gebracht, so schwitzen die drei intacten Füsse, der vierte mit dem durchschnittenen Nerv auch dann nicht, wenn durch Ligatur der Venen, daran eine hoch-

gradige Hyperämie hervorgerufen wurde. Dass die vasomotorischen Nerven auf die Schweissabsonderung von Wirkung sind, beobachtete bereits Dupuy; als er bei einem Pferde den Sympaticus durchtrennte, trat auf einer Seite des Halses reichliche Schweissabsonderung ein. Reizung des Sympathicus mittelst des elektrischen Stromes am Menschen durch die Haut, bringt an der betreffenden Gesichtshälfte und dem Arme derselben Seite Schweiss hervor.

Die auf die Schweissabsonderung einwirkenden Nerven gehen vom N. ischiadicus theilweise zum Rückenmarke (Vulpian), theilweise hingegen in den Grenzstrang des Bauchsympathicus und mit den Rami comunicantes desselben durch die vorderen Wurzeln in den oberen Theil des Lenden- und den untern Theil des Rückenmarkes, und zwar bei der Katze in der Gegend des 9—13. Brustwirbels. An dieser Stelle wäre also für die Katze das Schweisssecretions-Centrum der hinteren Extremitäten zu suchen.

Für die vorderen Extremitäten der Katze verlaufen die Schweissnerven in den Nn. ulnaris und medianus; welche von da theils in den Bruststrang (in das Ganglion stellatum nach Luchsinger und Nawrocky), theils durch die Rückenmarkswurzeln direct in das Rückenmark ziehen (Vulpian). Nach Nawrocky wären jedoch sämmtliche Schweissnerven blos im Sympathicus gelegen.

Im untern Halstheile des Rückenmarkes ist ebenfalls ein Centrum für die Schweissnerven der vorderen Extremitäten vorhanden.

Bei Reizung des Plexus brachialis der einen Seite tritt auf reflectorischem Wege Schweiss an der Sohle der andern Seite, zuweilen auch auf der, der hinteren Extremitäten ein (Adamkievitz).

Die Schweissnerven des Kopfes beim Schweine entspringen aus dem obern Brustsympathicus und gehen durch das Ganglion stellatum nach aufwärts im Halsrückenmarke und vereinigen sich am Kopfe mit den Fasern des N. Trigeminus. Beim Pferde verlaufen die Gesichtsschweissnerven im N. facialis. Luchsinger stellt die Wirkung dieser Nerven beim Schweine in Abrede. Die Wirkung des Gehirnes auf die Schweissabsonderung bestätigt. die Erfahrung, wonach psychische Eindrücke (Schreck) Schweiss hervorzurufen im Stande sind.

Das Hauptcentrum für die Schweissabsonderung wäre nach Marmé und Nawrocky in der Medulla oblongata belegen. Reizung derselben bringt bei der Katze 3/4 Stunden nach dem Absterben, an allen vier Fusssohlen Schweiss hervor.

Der Schweiss ist eine farblose, trübe, alkalische Flüssigkeit; die Trübung rührt von den abgelösten Drüsenzellelementen und Fetttröpfchen her. Der Schweiss enthält ausser Wasser (dem Hauptbestandtheile) noch organische Bestandtheile, Eiweiss in sehr

geringer Menge, dann das Product höchster Oxydation vom Eiweisse: den Harnstoff (Funke, Picard) bis zu 0·1 %; ausserdem Fette, Cholesterin, Palmitin, Stearin und flüchtige Fettsäuren (zumeist Ameisen-, Milch-, Butter-, Essig-, Propion-, Capron- und Caprinsäure) und verschiedene Salze. Der Geruch des Schweisses stammt von den verschiedenen flüchtigen Fettsäuren, der Geschmack von den verschiedenen Salzen her. Favre fand beim Menschen eine besondere stickstoffhaltige Säure im Schweisse, die er Hydrotsäure benennt; der Nachweis derselben gelang bisher Anderen nicht. Die Milchsäure, ebenso wie Tyrosin und Leucin sind für den Schweiss auch nicht sichergestellt. Salze des Schweisses sind: Kochsalz (0·2 pro mille), Chlorkalium (0·02), schwefelsaure Salze (0·01) und Spuren von phosphorsauren Erden und phosphorsaurem Natrium. Von Gasen ist im Schweisse neben wenig Stickstoff noch etwas Kohlensäure (absorbirt) vorhanden. Die fixen Bestandtheile des Schweisses machen nach Funke im Mittel 1·180 % aus (0·698-2·559 %); davon entfallen auf die organischen 0·962 %, auf die anorganischen 0·329 %.

Talgsecretion.

Der Talg wird von den Talgdrüsen der Haut (Fig. 119 *F*) und in kleinem Maasse von einzelnen Schweissdrüsen (ebendaselbst *V*) geliefert. In der Drüse ist der Talg eine dichte flüssige Substanz, welche dann im Ausführungsgange zu einer weissen Masse erstarrt. Unter dem Mikroskope besteht der Talg aus zahlreichen Fetttröpfchen, mit Fett gefüllten Drüsenzellen, Cholesterinkristallen und findet sich beim Menschen darin zumeist eine Milbenart (Demodex folliculorum) darinnen vor. Als zufällige Befunde sind ausserdem noch Flaumhaare, oder Epidermisschollen in denselben. — Der Talg besteht aus Fetten, besonders Olein, Seifen und wenig Cholesterin; ausserdem neben Extractivstoffen, noch aus Spuren von Eiweiss. Von anorganischen Bestandtheilen sind darin überwiegend unlösliche phosphorsaure Erden, dann auch chlor- und phosphorsaure Alkalien in kleiner Menge.

Das Smegma praeputii (Vorhauttalg) ist, ein mit Epidermiszellen gemengter und eine Ammoniakseife enthaltender Hauttalg.

Das Ohrenschmalz besteht aus einem Gemenge des Secretes der — den Schweissdrüsen ähnlichen — Ohrenfettdrüschen und Talgdrüsen der Haarbälge im Gehörgange. Es enthält nebst dem Hauttalge einen äusserst bitteren Extractivstoff, braune Schollen und ein besonderes Fett.

Vergleichende Angaben.

Besondere Secretionsorgane der Wirbelthiere.

1. Am Kopfe der Wiederkäuer findet man folgende Secretionsorgane:

a) Drüsen, welche bei der Gemse an der Basis der Hörner zur Brunstzeit anschwellen.

b) Beim Kameel die sogen. Occipitaldrüsen, deren das Dromedar 4 besitzt.

c) Talgdrüsen in einer Furche des Thränenbeines bei dem Hirsche, Schafe und der Gemse.

d) Facialdrüsen bei einigen Chiropteren, zwischen dem Auge und der Nase ober dem ersten Zahn-Alveolarrande.

e) Winzige Wangendrüsen, bei dem Murmelthiere und der Myrmecophaga didactyla.

f) Schläfendrüsen, zwischen den Augen und Ohren beim Elephanten.

g) Talgdrüsen unter der Haut des Unterkiefers, beim javanischen Moschusthiere.

2. Am Rumpfe befindliche Drüsen:

a) Beim Pecari eine sogen. Sacraldrüse an der Kreuzbeingegend, welche ein stark nach Moschus riechendes Secret liefert.

b) Eine ähnliche Drüse findet sich in der Gegend des 8. Schwanzwirbels beim Hirsche.

c) Bei einigen Nagern (Hasen u. A.) findet man neben dem Präputium die ausmündenden sogen. Inguinaldrüsen.

d) Beim Männchen des Moschus moschiferus, den, zwischen Nabel und Präputialöffnung gelegenen Moschusschlauch.

e) Bei einigen Nagern (Maus, Cricetus u. A.) Präputialdrüsen.

f) Beim Bieber den, das Castoreum, eine stark riechende Substanz liefernden, sowohl dem Männchen als auch dem Weibchen zukommenden Schlauch, als eine Ausbuchtung des Präputiums; dieser ist somit zu den Präputialdrüsen zu rechnen. [Das Castoreum enthält viel Harzsubstanzen: Benzoësäure, Salicin, Harnsäure (vielleicht auch Hippursäure), Fett, Cholesterin, flüchtige Oele und Albumin, endlich Epithelzellen.]

g) Die sogen. Zibethdrüsen (Perinealdrüsen) bei der Zibethkatze (Viverra zibetha) und beim Bieber die Dammdrüsen, welche bei der Zibethkatze das Zibeth, beim Bieber eine ölige Substanz seceriren.

h) Die sogen. Analdrüsen (Analschläuche, Afterdrüsen), in den After oder seine Umgebung ausmündend, bei den Nagern, Carnivoren, Insectivoren, Beutelthieren, den Edentaten und den Monotrematen.

3. An den Extremitäten der Säugethiere kommen folgende Drüsen vor:

a) die Schenkeldrüsen; als dreieckige, auf der Aussenseite des Schenkels ausmündende Gebilde an den Füssen der Monotrematen, deren Ausführungsgänge an der innern Fläche des Fersenbeins bis zum Sprungbein, dessen hornigen Sporn durchbohrend und an der Spitze endigend, verlaufen.

b) Die Klauendrüsen (beim Hirsche, dem Renn- und dem Elennthier, Schafe u. a. Wiederkäuern), welche in den Spalten zwischen den Klauen ausmünden und ein fettiges Secret liefern. Das Organ kommt nach Klein und Balogh bei Ovis und Capra, nach Brühl beim Cervus capreolus auch vor. Die Klauendrüse des Schafes (Sinus cutaneus, Klein) zeigt nach den Untersuchungen Colomann Balogh's (s. Sitzungsber. d. Wiener k. Akademie der Wissensch.) folgende Anordnung: Am Fussrücken, an der Gelenksverbindung der Basis der Fingerglieder mit den Metatarsalknochen.

stülpt sich die Haut zwischen beiden Knochen ein und bildet eine bis 18 Mm. tiefe Falte. In dieser ist dem Gelenke des 1. und 2. Fingergliedes entsprechend etwa 8 Mm. nach abwärts eine kreisrunde, von einem Büschel Haare umgrenzte Oeffnung, in welcher eine halbflüssige, fettige Substanz wahrnehmbar ist. Diese Oeffnung führt in einen Blindsack, der hackenartig gebogen, zwischen beiden Fingern durch loses Bindegewebe befestigt ist, und durch die Finger etwas comprimirt werden kann. Die äussere Hülle dieses Schlauches wird durch eine feste, durchscheinende Membran gebildet, auf welche eine innere zwar dünnere, jedoch festere Membran folgt. Die Innenfläche der Drüse ist gelblichweiss und mit etwa 9 Mm. langen Haaren gefüllt. Der Drüseninhalt ist eine durchscheinende, dicke, fettig anzufühlende, an der Luft sich milchig trübende Flüssigkeit, die alsbald zu einer hornigen Masse erstarrt. Unter dem Mikroskope weist das Secret kleinere und grössere ausgefallene Haare, Oberhautschuppen, Talgdrüsenzellen, Fetttröpfchen und schliesslich rhombische Tafeln auf.

Balogh nimmt an, dass die Drüse dazu bestimmt sei, die Klauen und die sie umgebende Haut fett zu erhalten. Die feinere Structur dieser Drüsen lässt an der, die Drüse umgebenden Haut die bekannten Schichten und Elemente der letztern erkennen. Die äussere Hülle besteht aus einem weitmaschigen elastischen Netzwerke, die innere aus einem queren und dichtgewebten ebensolchen Reticulum. An der gelblichweissen Innenfläche münden zweierlei Drüsen: und zwar Talgdrüsen, zumeist in die Follikel der Haare hinein, ferner schweissdrüsenähnliche Gebilde, welche ein dem menschlichen Ohrenschmalze ähnliches Secret liefern.

Die Drüsen der Vögel.

1. Am Kopfe kommen nur bei Wasservögeln, hier jedoch stark entwickelt, die sogen. Supraorbitaldrüsen vor.

2. Am Rumpfe findet man:

a) Die sogen. Schwanzdrüse (Gland. uropygii) ober dem letzten Schwanzwirbel an den Schwanzsteuerfedern, eine gelblichweisse Fettsubstanz zum Einölen und Wasserdichtmachen der Federn liefernd. Sie fehlt bei den kurzfederigen Vögeln, und ist aus zwei Hälften zusammengesetzt.

b) Den Fabricius'schen Schlauch (Bursa Fabricii), als eine hinter der Oeffnung der zusammenmündenden Cloake, Mastdarm und Scheide gelegene Blase, welche als harnblasenähnliches Gebilde in die Ureteren mündet. Man reiht sie, da darinnen kein Urin gefunden wird, besser den Analdrüsen an.

Die Drüsen der Amphibien und Reptilien.

1. Am Kopfe dieser Thiere sind:

a) Die Moschusdrüse des Krokodils; ein dickwandiger, zwischen beiden Schenkeln der Unterkiefer gelegener Schlauch, welcher ein gelbliches, stark nach Moschus riechendes Secret liefert.

b) Die Ohrdrüsen am Bufo und dem gefleckten Salamander, mit ätzendem, milchigem Secrete.

c) Die Giftdrüsen der Schlangen — an Stelle der oberen Maxillardrüsen der nicht giftigen Schlangen gelegen — münden an der Spitze des Giftzahnes und liefern ein giftiges Secret.

2. Am Rumpfe:

a) Der gefleckte Salamander (Salamandra maculata) besitzt beiderseits von der Mittellinie des Rückens unter der Haut liegende Rückendrüsen, die gleich den Ohrendrüsen einen ätzenden, milchigen Saft liefern.

b) Schlangen, Eidechsen und Schildkröten verfügen ausserdem über Analdrüsen, welche neben der Afteröffnung münden und einen stinkenden Saft enthalten.

Die Drüsen der Wirbellosen.

1. Insecten.

a) Die Hymenopteren (Biene, Wespe u. s. w.) besitzen aus zwei

länglichen gewundenen Röhren bestehende Giftdrüsen, welche in einen gemeinsamen Giftschlauch führen, deren Ausführungsgang im Stachel endigt.

b) Bei den Wanzen findet man Schleimdrüsen, als giftdrüsenähnliche Gebilde. Daneben haben sie am Bauche die sogen. Glandulae odoriferae, welche ihr übelriechendes Secret zwischen die mittleren und hinteren Extremitäten entleeren. Aehnliche Drüsen besitzen auch andere Insecten, so z. B. der Cerambyx moschatus, hier sind sie jedoch am Metathorax untergebracht und münden vor der Basis des 3. Fusspaares.

c) Hieher gehören die schlauchartigen Drüsen der Bombyx processionea (Processionsraupe), welche mit Borsten in Verbindung stehen und Ameisensäure secerniren.

d) Einige Insecten (Johanniskäfer, Lampirida) haben — angeblich zur leichtern Erkennung ihrer Genossen — bestimmte Leuchtorgane, am Rumpfe und Bauche angebrachte Zellhaufen.

e) Die Analdrüsen der Insecten; als zu beiden Seiten der Afteröffnung mündende, stark ätzendes und riechendes Secret liefernde Organe.

2. Arachnida.

a) Die Giftdrüsen der Spinnen befinden sich am Cephalothorax, die der Scorpione am Ende des Schwanzes, im letzten Gliede desselben am Stachel ausmündend, während sie bei den Spinnen das Mandibulum durchbohren.

b) Die zwischen den Bauchorganen gelegene Spinndrüse der Spinnen, welche unter der Afteröffnung in den sogen. Spinn-Papillen ausläuft. Zumeist sind deren 5 Paare vorhanden, deren Secret eine wasserhelle, fadenziehende, an der Luft erhärtende Flüssigkeit darstellt.

3. Myriapoda.

Die Speicheldrüsen der Scolopendra liefern ein den Giftdrüsen ähnliches Secret. Andere, wie z. B. Julus, besitzen am Rücken einen stark riechenden öligen Saft producirende Drüsen.

4. Die Crustaceen besitzen Drüsensäcke, in denen Steine aus kohlensaurem Kalke (sogen. Krebsaugen) gebildet werden, und welche neben der Pars cardiaca des Magens liegen. Bei der Schälung dieser Thiere sollen — wenn die Innenfläche des Magens gleichfalls abgestossen wird — diese Steinchen in die Magenhöhle gelangen, aufgelöst und zur neuen Schalenbildung des Körpers verwendet werden.

5. Mollusca.

Die Cephalopoden, Dibranchiaten sind mit einer Tintenblase versehen, und bereiten den Fuscin-haltigen, Sepia genannten Farbestoff. Diese Blase dient zu dem Zwecke, damit das Thier, um dem Feinde zu entrinnen, das umgebende Wasser trüben könne; sie stellt ein der Gallenblase ähnliches Gebilde dar, welches in der Leber liegt und deren Ausführungsgang neben dem After, oft in denselben ausmündet.

6. Vermes (Würmer).

Die Hautdrüsen der Röhrenwürmer liefern die nöthige Substanz zum Aufbau ihres Gehäuses; wird zu demselben Sand, harte Pflanzenbestandtheile u. dgl. in Verwendung gezogen, so dient das Drüsensecret als Kitt. Der Lumbricus olidus besitzt unter der Haut Drüsenfollikel, welche am Rücken ein stinkendes Oel secerniren.

Milch-Secretion.

Die, die Milch secernirenden Organe nennt man bei der Frau Milch- oder Brustdrüsen (Brüste), bei den Thieren Euter (Zitzen). Diese Drüsen sind nicht von gleicher Beschaffenheit; Frauen oder Weibchen, die noch nicht geboren haben, besitzen kleine Milchdrüsen ebenso wie diejenigen, welche, obschon

eine Geburt überstanden, nicht constant Milch absondern. In der Schwangerschaft und der Tragzeit bildet sich jedoch die Brustdrüse neu und vergrössert sich und secernirt Milch, insolange als das Stillen oder Melken andauert; mit Einstellung des Stillens oder Melkens bilden sich die Brustdrüsen zurück, die Milchabsonderung wird immer geringer und hört zuletzt gänzlich auf, zu welcher Zeit die rückgebildeten Theile der Drüsen durch Bindegewebe ersetzt werden. Dies stellt — obschon scheinbar abweichend — dennoch einen normalen, physiologischen Vorgang dar. Bei den dauernd milchgebenden Thieren (Kühen und Ziegen) verbleiben die Euter (Zitzen) constant im ausgebildeten Stadium. Nach dem Wurfe wachsen die Euter noch etwa einen Monat lang, bilden sich auch bei den dauernd milchgebenden Thieren etwas zurück und bleiben dann in diesem Stadium.

Structur der Milchdrüsen.

Die Milchdrüsen sind im Allgemeinen derartig gebildet, dass deren Ausführungsgänge (Milchgänge, Milchkanäle, beim Weibe etwa 20 an der Zahl) in der Brustwarze ausmünden [Potthius (1590), Bartholinus (1673)]; von hier führen kurze Röhren in die Drüse, welche nahe der Brustwarze eine Ausbuchtung (Ampulla, Sinus lacteus) bilden, am andern Ende jedoch, nach baumförmiger Verästelung zu den Drüsenläppchen hinziehen. Das Euter der Kuh besitzt 4 Brustwarzen, ausserdem findet man ausser diesen noch zwei verkrüppelte, unentwickelte Warzen (sogen. Talgwarzen). Die beiden Hälften des Euters werden unter der Haut durch ein faseriges, gelbes, membranöses Gebilde getrennt. Am Euter der Kuh mündet an der Warze ein grösseres Rohr nach oben in das Milchbecken (Cysterna Fig. 121. *C*) mit welchem die zahlreichen, mit den Drüsenläppchen communicirenden Milchgänge (*tj*) zusammenhängen. Die Lappen der Brust, oder des Euters bestehen aus durch Bindegewebe zusammengehaltenen länglichen oder rundlichen Drüsenläppchen (Acinus) (*ms*), deren jedes mit einem Ausführungsgange in den erwähnten in den Lappen führenden Milchgang (*tj*) einmündet. Die Drüsenacini ebenso wie die kleineren Ausführungsgänge sind in eine structurlose Membran gehüllt, auf welcher ein sternförmiges Bindegewebenetz aufliegt; die grösseren Ausführungsgänge besitzen eine faserige, mit elastischen Fasern durchsetzte Membran und sind nahe zur Warze oder dem Milchbecken (Cisterna), mit cylinderförmigen Zellen ausgekleidet, die gegen die Acini nach innen cubisch, in denselben aber polygonal werden; letztere haben keine oder eine kaum sichtbare Membran, sind granulirt und mit Fettkörnchen erfüllt. Nach Heidenhain und Partsch sind die Zellen der functionirenden Drüse albuminreicher, höher und

cylindrisch geformt. Die Drüsenacini werden durch faserige Bindegewebe zusammengehalten, in welchem die Gefässe und Nerven verlaufen. Die Blutgefässcapillaren bilden um die Acini ein dichtes Netzwerk. Die Ausführungsgänge — besonders in der Nähe der

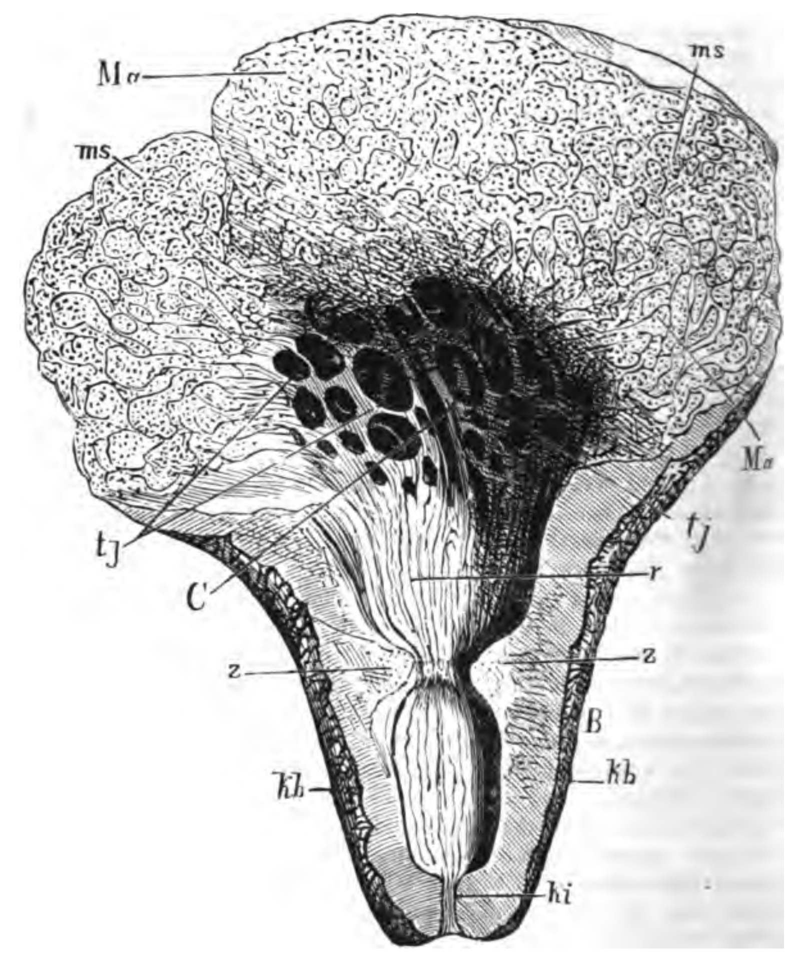


Fig. 121. Kleiner Abschnitt vom Euter der Kuh mit der Warze. *Ma* = **Drüsensubstanz; *B* = Warze; *ms* = Drüsenacinus; *tj* = Milchgänge; *C* = Milchbecken (Cisterna); *r* = Falten im weiten Ausführungsgange; *z* = Durchschnitt des Sphincters; *kb* = äussere Haut; *ki* = enger Ausführungsgang der Warze.**

Warze — sind reichlich mit glatten Muskelfasern ausgestattet. Die Aufgabe dieser Muskulatur besteht darin, die Ausführungsgänge zu comprimiren und die Entleerung der Milch gegen die Warzen hin zu befördern. An der Warze der Kuh setzen sich diese

glatten Muskelfaserbündel in der Mitte zu einem starken Schliessmuskel (Sphincter *z*) zusammen, so dass bei stärker ausgebildeten Muskeln das weite Ausführungsrohr in zwei abgetheilt erscheint (wie bei dem Exemplare, von welchem Fig. 121 abgenommen wurde).

Nerven sind gleichfalls in den Milchdrüsen gefunden worden, ihre Endigung ist bis nun nicht genau bekannt. Die Nerven der Brust des Weibes entstammen den Nn. supraclaviculares, und den II. IV. und VI. Nn. intercostales. (Ueber die Nerven des Kuheuters s. u.)

Schliesslich findet sich in den Milchdrüsen eine Verästelung von Lymphgefässen, welche die Acini umsäumen und reichlich gefüllt erscheinen.

Vergleichende Angaben.

Aehnlich dem Menschen haben die Affen, die pflanzenfressenden Wale, der Elephant und das Faulthier zwei Brustwarzen; die Halbaffen deren zwei, bis vier. Die Schnabelthiere besitzen keine Brustwarzen, die Drüsen bilden gruppirte Röhren, welche an der unbehaarten Hautoberfläche ausmünden. Bei den Beutelthieren sehen die Warzen in die Beutel hinein, und findet sich bei ihnen, wie bei den Monotrematen eine die Drüse comprimirende Muskulatur (M. compressor mammae), durch deren Contraction die Milchausscheidung befördert wird. Das Euter der Wiederkäuer und der Dickhäuter weist zumeist 2—4 Warzen (Zitzen) auf, die fleischfressenden Wale haben deren zwei neben der Vulva. Die Nager besitzen 10—12 Brustwarzen, ebenso wie die Insectivoren und Carnivoren; einige jedoch nur deren vier. Das Schwein hat 8—22 Brustwärzchen.

Milch.

Die Milch stellt eine weisse, undursichtige Flüssigkeit dar; weiss von Farbe, da sie eigentlich eine Emulsion ist, indem im Milchplasma kleinere und grössere Fettkügelchen schwimmen, welche von einander durch die sie umhüllende Haptogen-Membran abgeschieden werden.

Das specifische Gewicht der Milch (s. Physiologie der Ernährung) schwankt zwischen 1018—1028—1048. Das specifische Gewicht der Kuhmilch wechselt zwischen 1028—1045. Die chemische Reaction der Frauenmilch ist alkalisch, die der Kuhmilch bald alkalisch, bald sauer, oft auch neutral; Hundemilch reagirt stets sauer. Der Geschmack der Milch ist süsslich, der Geruch unbestimmt, doch charakteristisch.

Dass die Fetttröpfchen in der Milch von einer Haptogen- (aus Casein bestehenden) Haut umhüllt werden, wurde von Mehreren durch überzeugende Experimente belegt, von Anderen dessen ungeachtet geläugnet. So erkennt Schmidt-Mühlheim an den Milchkügelchen kein membranöses Gebilde an, sondern hält dies höchstens für eine Hülle aus flüssigem Casein,

dadurch entstanden, dass das Casein infolge der grössern Attraction der Oberfläche der Kügelchen sich um diese in consistentem flüssigem Zustande mehr ansammelt, als im Milchserum.

Die Gegenwart der Haptogenmembran wollen Andere auf folgende Art demonstriren:

Wird Milch mit Essigsäure versetzt, so löst letztere die Haptogenmembran auf und die einzelnen Fettkügelchen fliessen in einander; ebenso ändert sich die Milch nach Aetherzusatz nicht, sie wird blos dünner. Wird jedoch Milch zuerst mit Kalilauge versetzt, so löst diese die Haptogenmembran auf und wenn nun Aether dazugegeben und eine Weile gut geschüttelt wird, so kann das Fett gelöst werden. Steht eine derartig behandelte Milch eine Weile (damit die entstandenen Luftblasen vergehen), so erscheint sie durchsichtig wie Wasser. Die Erklärung dafür liegt in dem Umstande, dass Aether allein die Fetttröpfchen wegen der sie umhüllenden Haptogenmembran nicht zu lösen vermag, weil sie in Aether unlöslich ist: wurde sie jedoch erst in der Kalilauge gelöst, so erfolgt die Lösung durch Aether leicht und die Milch erscheint klar.

Beim Stehen gerinnt die Milch spontan; wird dieselbe mit Essig oder einer andern Säure versetzt, oder ein Stück Labmagen von einem Wiederkäuer dazu gegeben, so erfolgt die Gerinnung rasch; die Gerinnung wird demnach durch Säuren befördert. Der Process hiebei ist folgender: der in der Milch in grosser Menge vorhandene Milchzucker wird durch die fermentative Wirkung der beim Stehen in die Milch gelangenden Mikroorganismen, oder nach Anderen ein sich bildendes formloses Ferment, in Milchsäure umgewandelt, wodurch die Milch sauer und das an Kalksalze gebundene und dadurch eben gelöst erhaltene Casein gefällt wird. Das Wesen der Gerinnung besteht darin, dass die durch das Ferment entstandene Milchsäure die neutralen Alkaliphosphate in saure umsetzt, dem Casein die Kalkphosphate entzieht und es fällt. Durch Alkohol kann das Ferment aus der Milch entfernt werden. — Das Ferment theilt, wie Hammersten nachgewiesen, das Casein in Käse und löliches Serumalbumin.

Aus der, auf Seite 101 dargestellten Tabelle ist ersichtlich, dass Schafmilch das grösste specifische Gewicht, die Frauen- und Eselinnenmilch den meisten Wassergehalt besitzt. Casein ist in Schafmilch in grösster Menge, hingegen in Eselinnen-Milch der meiste Zucker vorhanden, Frauenmilch hat mehr davon als Kuhmilch, so dass beim Ersatz der letzteren für Frauenmilch man etwas Zucker zusetzen und mit Wasser verdünnen muss.

Nach Gerinnung der Milch steigen die Fettpartikeln in die Höhe und bilden die Sahne (Obers, Rahm). Durch Schlagen der süssen Milch oder Sahne setzt sich ein Theil als Butter ab, der Rückstand gibt die Buttermilch.

Unter dem Mikroskope sehen wir an der Milch in einer farblosen, wasserhellen Flüssigkeit (dem Plasma lactis — Milchsaft) grössere und kleinere Fetttröpfchen; daneben dunkle Pünktchen in lebhafter Molecularbewegung, von denen man mit Wahr-

scheinlichkeit annehmen darf, dass es feinste Fetttröpfchen seien. (S. Fig, 50 auf S. 102). Die Fettkügelchen sind in der Sahne dicht aneinander gerückt (dieselbe Figur II) in der Butter jedoch erscheinen die kleinen Haufen zu grösseren Kugeln zusammengeflossen (III). Die vergleichenden Analysen verschiedener Milcharten ersehen wir aus der nachstehenden, aus den Untersuchungen von Vernois und Becquerel, Kühn und Lehmann durch Gorup-Besanez zusammengestellten Tabelle:

In 1000 Theilen	Schweizer	Tiroler	Voigtländer	Steyrer	Normännische	Bretagner	Anguser	Durhamer	Holländer	Belgische	Böhmische
Wasser . .	851·98	817·40	849·90	853·15	871·80	837·48	803·20	845·62	839·72	857·70	841·80
Feste Bestandth.	148·02	182·60	150·10	146·85	128·20	162·52	196·80	154·38	160·28	142·30	158·20
Caseïn . .	22·56	41·98	37·64	22·63	42·18	46·50	45·62	32·46	34·87	31·50	28·52
Albumin .	3·08	7·60	8·00	8·82	5·50	7·24	7·90	11·14	7·32	9·10	10·20
Butter . .	70·88	79·60	51·40	62·80	32·40	57·04	98·80	64·10	68·46	62·20	63·40
Zucker . .	45·90	48·42	46·26	46·20	42·12	45·54	37·26	39·70	43·50	32·92	49·68
Salze . . .	5·60	5·00	6·80	6·40	6·00	6·20	7·22	6·82	6·14	6·78	6·40

Die Zusammensetzung der Ziegen-, Schaf-, Pferd-, Eselin- und Hundemilch ist:

In 1000 Theilen	Ziege	Schaf	Pferd	Eselin	Hund
Wasser	863·58	839·89	828·37	910·24	826·25
Feste Bestandtheile .	136·42	160·11	171·63	89·76	173·75
Caseïn	33·60	} 53·42	} 16·41	} 20·18	51·43
Albumin	12·90				50·51
Butter	43·57	58·90	68·72	12·56	39·02
Zucker	40·04	40·90	} 86·50	} 57·02	27·72
Salze	6·22	6·81			5·97

Die Aschenanalyse der Kuhmilch zeigt nach Weber:

Bestandtheile in 100 Theilen	I.	II.
Kochsalz	4·74	16·23
Chlorkalium	14·18	0·49
Kalium	23·46	23·77
Natrium	6·96	—
Kalk	17·34	17·31
Bittererde	2·20	1·90
Eisenoxyd	0·47	0·33
Phosphorsäure	28·04	29·13
Schwefelsäure	0·05	1·15
Kohlensäure	2·50	—
Kieselerde	0·06	0·09

Von Gasen enthält die Milch: Kohlensäure, Sauerstoff und Stickstoff. Setschenow fand in 297 Ccm. Milch

Kohlensäure	6·72	Ccm.
Oxygen	0·16	„
Nitrogen	1·41	„

D. Fuchs und J. Péchy stellten allerneuester Zeit im Laboratorium von Prof. Fodor zahlreiche Untersuchungen über Budapester Milch an, deren Ergebnisse wir in Folgendem zusammenfassen:

Die von Kühen verschiedener Rasse genommene unverfälschte Budapester Milch war nicht constant von gleicher Zusammensetzung; der Trocken-Rückstand der Milch bot auf 100 Theile bei der Schweizer Rasse 13·500, bei der ungarischen Rasse 12·800, bei gemischten Rassen 14·080 Gewichtstheile.

Bezüglich der Einwirkung des Futters auf die Milch wurde wahrgenommen, dass bei reinem Grünfutter der Trocken-Rückstand 13·470, bei Grünfutter mit Schlempe 13·370, bei Trockenfutter hingegen 14·700 betrug. Während Quevenne das specifische Gewicht nach Messungen bei 103 Kühen im Mittel auf 1032·2, Feser aber auf 1031—1035 setzt, fanden die Genannten dasselbe mit 1027·7—1026·9, obschon die Milch gut und genügend fettreich war. Der Fettgehalt der Milch betrug 6·8 %. Das höchste specifische Gewicht sahen Fuchs und Péchy mit 1·033; bei 19 Proben ergab sich das mittlere specifische Gewicht mit 1·0298.

Der mittlere Trocken-Rückstand wurde mit 13·479, der Wassergehalt mit 86·521 % festgesetzt.

Bei 17 Proben erhielten die Genannten für den Fettgehalt 4·36 Gewichtsprocente, und zwar im Maximum 6·86 %, im Minimum 3·22 %.

An Milchzucker enthielt die Budapester Milch 5·68 % als Maximum, 3·55 % als Minimum.

Der Mittelwerth des Albumingehaltes zeigte sich mit 4·02 % (Maximum 6·15, Minimum 2·68 %). Die Asche betrug im Mittel (aus 20 Proben) 0·58 %, Maximum 0·88 %, Minimum 0·36 %.

Nachfolgende Tabelle zeigt die Zusammensetzung der Budapester Milch, verglichen mit derjenigen anderer Weltstädte:

	Budapest	Berlin	Paris	London
Feste Bestandtheile	13·48	10.92	13.00	13.94
Fette	4·36	2·50	4·00	3·56
Zucker	4·18	4·27	4·28	4 89
Albumin	4·02	3·55	4·10	4·55
Asche	0·58	0·60	0·62	0·74
Wasser	86·52	89·08	87·00	86.00

Die Güte der Milch ist sowohl von Menschen-, als thierärztlichem Standpunkte äusserst wichtig.

Die Verfälschungen der Milch durch Mehl, Kalk, besonders Wasser und Stärkemehl (s. Seite 103), diejenigen der Butter durch Palm- (Schmier-) Oel wurden bereits erwähnt. Ausser dem, durch schlechte Milch verursachten ökonomischen Schaden ist noch zu erwähnen, dass mit Stärkemehl versetzte und unaufgekocht genossene Milch bei Kindern Diarrhoë verursacht (Jodreaction auf Stärkemehl vgl. S. 103). Genau soll darauf geachtet werden, dass das Thier, dessen Milch genossen wird, gesund sei, da die Milch auch Träger manchen Contagiums ist. So findet sich bei den Thieren die Perlsucht genannte Krankheit vor, die ihrem Wesen nach der Tuberculose gleichkommt. Wurden Thiere mit der Milch perlsuchtkranker Kühe genährt, so zeigten dieselben nach einer gewissen Zeit sämmtliche Zeichen der Tuberculose, wie dies Gerlach (in Berlin), Zanger und Zürn constatirten; zum Beweise dessen, dass das Contagium durch die Milch auf das Versuchsthier übertragen wurde und somit Tuberculose sei. Dasselbe Resultat erzielte Klebs

(Prag) bei Meerschweinchen und Kaninchen, die er gleichfalls mit Milch perlsüchtiger Kühe fütterte; es folgten Tuberculose, Auszehrung mit hohem Fieber und dann der Tod. Die Versuche von Klebs wurden mehrfach angezweifelt; indem behauptet wurde, dass die leichtvulnerablen Kaninchen und Meerschweinchen auch ohne verdächtige Nahrung blos durch das lange Halten im Käfige tuberculös werden. Klebs antwortete darauf mit Controle-Versuchen, aus denen erhellt, dass die Milch tuberculöser Kühe in der That an anderen Thieren Tuberculose zu Stande bringe. Er machte seine Versuche auch mit filtrirter Milch; die Milchflüssigkeit ergab dieselben, wenn auch nicht so heftig contagiös wirkenden Eigenschaften als die reine Milch; es scheint somit, dass das Contagium gleichmässig an die Milchkügelchen und die -Flüssigkeit gebunden ist. Wurde die Milch aufgekocht, so war sie in geringerem Grade, aber dennoch contagiös. Neuere Untersuchungen haben ferner dargethan, dass das Fleisch perlsüchtiger Thiere in den damit genährten Thieren dieselbe Krankheit hervorruft. Dem gegenüber sprach sich Virchow dahin aus, dass diese Untersuchungsergebnisse erst dann auf den Menschen übertragbar wären, wenn sich die Contagiosität auch an Affen, mit denen man die gleichen Versuche anstellte, erwiese.

Obschon die Contagiosität in dieser Beziehung an Thieren erwiesen scheint und die Versuche an Menschen (über Initiative der deutschen Regierung) gegen die Uebertragbarkeit des Contagiums sprechen, so erscheint es unserer Meinung nach dennoch unerlässlich, perlsüchtige Thiere unter sanitätspolizeiliche Aufsicht zu stellen, und die Milch derselben vom Verkaufe und dem Genusse auszuschliessen.

Veränderung der chemischen und histologischen Structur der Milch durch verschiedene Einflüsse und Factoren.

Die chemische und histologische Zusammensetzung der Milch ist nicht zu jeder Zeit gleich. Die Milch der Frau unmittelbar nach der Niederkunft, die der Thiere nach dem Wurfe sieht anders aus, als einige Tage später; die nach der Entbindung oder dem Wurfe entleerte Milch (Frühmilch, Colostrum) enthält ausser Fetttröpfchen auch grosse zellförmige Gebilde, welche mit Fettkörnchen erfüllt, manchmal ohne zellige Structur, blos als Fettkörnchenhaufen erscheinen. Man nennt diese Gebilde Colostrumkörperchen (Fig. 50, IV, V). Der chemischen Zusammensetzung nach enthält das Colostrum mehr feste Bestandtheile als die Spätmilch; je später die Milch nach der Entbindung oder dem Wurfe untersucht wird, um so mehr Wasser enthält dieselbe; hingegen ist die Frühmilch an Caseïn ärmer, an Albumin reicher, die Menge der letztern nimmt nach der Niederkunft stetig ab, die des Caseïns hingegen zu.

Der Fettgehalt der Colostrummilch ist gross und vermindert sich später; der Zuckergehalt ist am Tage der Niederkunft beinahe Null, steigert sich aber mit der Verringerung des Albumingehaltes. Der Caseïngehalt der Colostrummilch beträgt 11·2%. Crusius stellt diese Verhältnisse folgenderweise in Procenten zusammen:

Zeit d. Milchgewinnung	Bestand-theile	Wasser	Fett	Zucker	Albumin
Unmittelbar nach der Niederkunft . . .	38·4	61·6	8·4	0·0	15·5
Am 1. Tage	30·1	69·9	5·9	0·2	15·7
„ 2. „	23·1	76·9	6·2	0·9	10·9
„ 3. „	15·3	84·7	4·0	2·5	8·6
„ 4. „	14·9	85·1	4·5	3·6	5·1
„ 5. „	13·7	86·3	3·7	3.9	3·4
„ 6. „	12·9	87·1	3·0	4·3	2·0
„ 14. „	12·6	87·4	2·5	4·3	1·6
„ 28. „	12·4	87·6	2·6	4·4	7·7

Die Schwankungen in der Zusammensetzung der Milch — wie aus dieser Zusammenstellung und dem Gesagten ersichtlich — hängen in erster Linie und hauptsächlich von den Tagen nach der Niederkunft ab. Die Functionen der Genitalien stehen mit denen der Brustdrüse (des Euters) im Zusammenhange. Die Drüse beginnt nach der ersten Geburt oder dem ersten Wurfe zu functioniren und fördert gleich eine grosse Menge Milch zu Tage: so gibt gutes Flachlandrind, z. B. das holländische, bis zu 30 Liter per Tag. Die Secretion bleibt durch einige Wochen auf dieser Höhe, geht dann langsam zurück und beträgt am Ende des zehnten Monats etwa ¼—⅙ der ursprünglichen Menge. (Gute Kühe geben in einer zehnmonatlichen Periode 3000 [auch mehr, bis zu 6000] Liter Milch, mittelgute die Hälfte, schlechte blos etwa 1000 Liter.) Einzelne Kühe geben auch noch nach zehn Monaten dieselbe Menge Milch, als in den ersten Tagen nach dem Kalben.

Bemerkenswerth ist ferner, dass durch Castration (Ausschneiden der Eierstöcke) der Kühe die Periode der Milchabgabe verlängert werden kann.

Die Menge der Milch hängt ausser der Fütterung und anderen Factoren besonders und im Grossen auch noch von der Rasse der Kühe ab. So gibt es Rassen, die grosse Mengen Milch liefern, andere hingegen weniger, es sind dies jedoch gute fleischgebende-, oder Zugthiere.

Der Milchertrag des ungarisch-siebenbürgischen Rindes ist nach A. Tormay nicht günstig. Der Durchschnittsertrag bei kurzer Milchperiode übersteigt kaum 550—600 Liter, hingegen gibt das Tonderner Rind jährlich durchschnittlich 2500—3000, in einzelnen Fällen auch bis 4000 Liter. Dagegen ist die Milch der ungarisch-siebenbürgischen Kühe sehr butterreich; man berechnet nach einer Kuh 110—120 Kilogr. Butter und 200 Kilogr. Trockenkäse. Am reichlichsten geben die Flachlandrinder (holländische und verwandte Rassen) Milch, einen Mittelertrag die Bergrassen (Berner, Oberinnthaler u. a.); die wenigste, jedoch

bezüglich der Qualität ausgezeichnete Milch die podolische, ungarisch-siebenbürgische, russische, polnische, bosnische Rasse.

Nach den von Tormay an Rindern gesammelten Daten kann für die Butter von der ungarischen Kuh angeführt werden: 12 Liter Milch gaben in einem Fall 4 Liter Sahne, woraus 1 Kilogramm Butter geschlagen werden konnte; als Nebenproducte waren 2·83 Liter Buttermilch und 8·00 Liter saure Milch, welche dann 2.525 Gramme süssen Käse ergab.

Auf die Milchsecretion ist ferner die Haltung der Kühe vom Einflusse. Ruhende Kühe geben mehr Milch, als sich bewegende. Der Grund davon mag in dem Umstande belegen sein, dass die während der Bewegung zu den Bewegungsorganen geleitete grössere Blutmenge ihren Einfluss auf die Brustdrüse weniger geltend machen kann, letztere somit weniger Blut zur Milchbereitung erhält.

Wie bereits von Mehreren, neuerer Zeit von Munk nachgewiesen wurde, ist auf die Secretion der Milch, wie auch auf die Güte derselben das Futter von grosser Tragweite; wenngleich Einige diesem Umstande kein grösseres Gewicht beimessen wollen.

Wird das Thier sehr schlecht ernährt, so gibt es weniger und schlechte Milch; bei fortwährend guter Instandhaltung wird es nicht nur reichlicher, sondern auch bessere Milch geben. Merkwürdig bleibt die Wahrnehmung, dass bei etwas spärlichem Futter die Milch derselben Kuh sich in geringem Maasse ändert; wie durch übermässiges Füttern die Menge der Milch nicht beträchtlich gesteigert werden kann. Daraus ist der Schluss gerechtfertigt, dass die Milchabsonderung mehr von der Rasse, als vom Futter abhängig ist. Ueber ein bestimmtes Maximum hinaus kann durch kein wie immer geartetes Futter die Milchmenge desselben Thieres gesteigert werden. Den grössten Einfluss auf die Menge, beziehungsweise den Wassergehalt der Milch übt das Wasser aus.

Nach den Tageszeiten wird die Zusammensetzung der Milch, wenngleich in geringerem Grade, doch constant geändert. So hat nach Ritthausen, Scheven, Völker, Struckmann u. A. die Morgenmilch den grössten, die Mittagsmilch den geringsten Wassergehalt.

Diese Tagesschwankungen theilt Scheven in nachstehender Tabelle mit:

In 100 Theilen	Morgenmilch	Mittagsmilch	Abendmilch
Wasser	88·46	88·16	88·30
Feste Bestandtheile	11·54	11·84	11·70
Butter	2 69	2·94	2·82
Milchzucker	4·87	4·90	4·87
Caseïn	3·15	3·27	3·21
Salze	0·828	0·725	0·802

Die Untersuchungen von Parmentier, Peligot und Reiset ergaben ferner das auffällige Resultat, dass die Milch bezüglich des Gehaltes an festen Bestandtheilen sich ändert, je nachdem sie zu Beginn oder gegen das Ende des Melkens abgenommen wurde. Letztere hat mehr festen Rückstand, wobei es sich herausstellte, dass diess von dem grössern Fettgehalte herstammt. Dieser Umstand tritt jedoch blos hervor, wenn die Intervalle des Melkens mindestens 4 Stunden betragen; 2stündige Intervalle geben keine merkliche Differenz. Reiset verdeutlicht diess in nachstehender Zusammenstellung:

Die Zeit von dem letzten Melken in Stunden	Feste Bestandtheile der ersten Milch	Feste Bestandtheile der letzten Milch
12	9·90	11·82
6	12·80	16·06
5	11·40	17·70
4	15·28	14·73
2½	12·84	13·09
1½	12·65	13·89

Den grössern Fettgehalt der im zweiten oder spätern Stadium nach der Unterbrechung des Melkens gewonnenen Milch erklärt man — nach Fleischmann, Heidenhain, Hofmann, Schmidt-Mülheim und Tormay — daraus, dass die Milchkügelchen in den Milchgängen und der Cisterne wie in einem Gefässe emporsteigen und eine Rahmschichte bilden.

Schliesslich können wir — an Schmidt-Mülheim anlehnend — sagen, es sei bisher nicht erwiesen, dass ein Theil der Milch während des Melkens gebildet werde, noch auch, dass das Kuheuter die während eines Melkens daraus entstammende Milch nicht bergen könnte. Bezüglich der anderen Bestandtheile gibt es nach den in späteren Melkperioden abgenommenen Milchproben keinen Unterschied (Schmidt-Mühlheim); besonders nicht in Hinsicht auf die 3 Albuminate der Milch (Caseïn, Albumin und Pepton). Es ist desshalb anzunehmen, dass die Gesammtmilch sich gleichmässig und langsam bildet, und nicht das blosse Resultat gesteigerter Drüsenfunction während des Melkens ist, wie diess früher angenommen wurde. Interessant ist auch die Beobachtung Schmidt-Mühlheim's, dass selbst nach ausgiebigstem Melken in der Drüse noch Milch zurückbleibt.

Physiologischer Vorgang der Milchsecretion.

Die Milch wird — wie bereits erwähnt — über Function der Milchdrüsen aus dem Blute bereitet. Bezüglich des Entstehens der einzelnen, wichtigeren Bestandtheile der Milch kann auf Grund der bisherigen Untersuchungen Folgendes angeführt werden:

Es ist leicht zu verstehen, dass die Albuminate mit dem Blutserum in die Brustdrüsen diffundiren; schwerer ist der Ursprung des Caseïns und des Milchzuckers zu erklären, da diese Substanzen im Blute nicht vorkommen. Das Caseïn bildet sich wahrscheinlich durch Function der Brustdrüsen aus den Albuminaten, worauf der Umstand hinweist, dass in ausgeleerter Milch beim Stehenlassen das Caseïn auf Rechnung der Albuminate wächst. Nach Kemmerich nimmt der Caseïngehalt auf Rechnung des Albumins zu, wenn frisch gemolkene Milch bei 37—40° C. digerirt wird; doch ist dies so gering, dass es Schmidt-Mülheim auf Rechnung eines Untersuchungsfehlers setzt. Mit grösserer Wahrscheinlichkeit wächst nach Schmidt-Mülheim das Fett auf Kosten der Eiweisskörper (Blondeau), wofür die Bestätigung allerdings noch aussteht. Noch weniger bestimmt ist die Entstehung des Milchzuckers. Die Darstellung von Milchzucker gelang ausser dem Organismus bisher auf künstlichem Wege nicht; ob er ein Spaltungsproduct der Albumine sei oder ob die Kohlehydrate durch die Milchdrüsenfunction zu Milchzucker umgewandelt werden, ist bisher nicht ermittelt. Bezüglich des Fettes in der Milch könnte man versucht sein, zu glauben, dass dieses in die Milch aus den aufgenommenen Nahrungsstoffen geräth. Die diessbezüglich an säugenden Hündinnen angestellten Versuche ergaben, dass bei bestimmter Fett- und entsprechender Albuminnahrung, die Menge des Fettes in der ausgeschiedenen Milch in der That zunimmt. Wurde jedoch das Fett weggelassen, das Thier jedoch mit der entsprechenden Eiweissmenge versorgt, so blieb die Menge des Fettes unverändert; hingegen wurde bei reichlicher Albuminzufuhr eine grössere Menge Fettes in der Milch beobachtet. Daraus folgt, dass das Fett der Milch auf den Albuminsubstanzen der Nahrungsstoffe beruht. In den Brustdrüsen, deren Acinis und dem Zellprotoplasma werden die Albuminsubstanzen in Fett umgesetzt und lösen sich dann los, wie man diess am Colostrum deutlich wahrnehmen kann; oder sie zerfallen später und geben die Fetttröpfchen an das Milchplasma ab. Es ist wahrscheinlich, dass ein Theil des Caseïnalbumins infolge des Zerfalles von Drüsenzellen entsteht, ein anderer Theil könnte aus dem Nuclein, den Kernen der zerfallenen Zellen entstammen. Die Kalisalze und Phosphate kann man ebenfalls aus dem Zerfalle der Drüsenzellen ableiten.

Nach den interessanten Untersuchungen von Heidenhain ändern sich die Zellen der Brustdrüse je nachdem sie sich im ersten, mittleren, oder End-Stadium der Secretion befinden.

Im ersten Stadium (s. Fig. 122) (*a*) liegen die Zellen abgeplattet an den Wänden des Alveolus und bilden am Querschnitte (*b*) eine feine Protoplasmaschichte an demselben; ihre Kerne sind zu dieser Zeit spindelförmig und die Zellcontouren kaum

sichtbar. Von der Fläche gesehen treten die Zellcontouren deutlich hervor (*a*), sind polygonal und mit runden Kernen versehen. Man entnimmt diesem Befunde, dass die Zellen somit polygonale, mit plattgedrückten, rundlichen Kernen versehene Platten darstellen. (Die lichten runden Räume in den Zellen (*a*) kommen durch die Terpentin- und Canadabalsam-Behandlung zu Wege, durch welche Substanzen das in demselben befindliche Fett aufgelöst wurde.)

Im Endstadium (*d*) sind die Zellen zu mehr minder erhabenen Gebilden ausgewachsen, besitzen 1—3 Kerne, und ent-

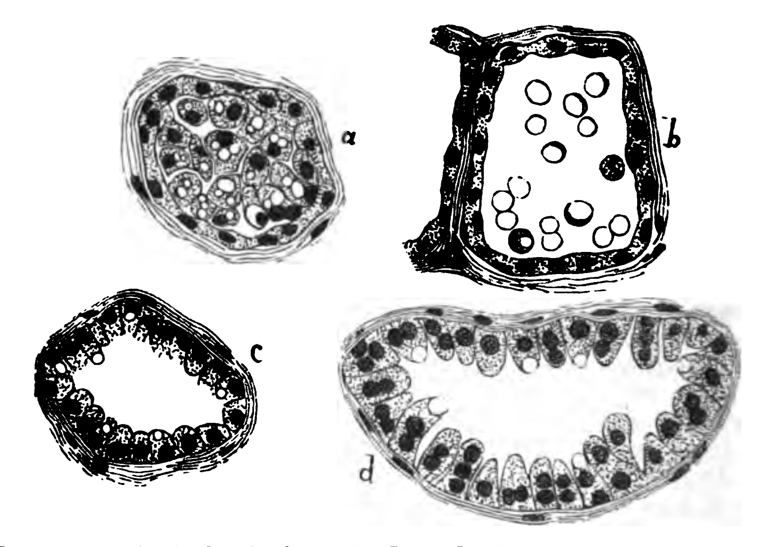


Fig. 122. Querschnitte der Alveoli von der Brustdrüse des Hundes (nach Heidenhain). *a* = Epithelzellen von oben gesehen; *b* = das Drüsengewebe im ersten Stadium, *c* = die Drüse im mittlern, *d* = dieselbe im Endstadium.

halten in dem, dem Lumen des Drüsenalveolus zugekehrten Ende Fettmolekeln und -Tröpfchen. Oft schnürt sich das Protoplasma des Zellenendes ab und gelangt in den Alveolus. Zwischen beiden Stadien bilden sich mehrfache Uebergänge; ein solcher ist aus dem Alveolus eines Hundes bei *c* dargestellt. Hier sind die Zellen niedriger, cylindrisch oder cubisch, mit runden Kernen und am freien Ende mit hervorragenden Fetttröpfchen versehen. Heidenhain spricht auf Grund dieser Befunde seine Ansicht dahin aus, dass die Brustdrüsenzellen bei der Bildung der Colostrumkörperchen sich nicht ablösen; dass es demnach keine verfetteten Epithelzellen — wie man bisher allgemein annahm — sind, sondern dass in den Zellen nur einzelne Fettkugeln gefunden werden; dass ferner während der Secretion das freie Ende

der Drüsenzellen mitsammt den darin enthaltenen Fettkügelchen abgestossen, die zerfallende Substanz der Zelle in der Milch aufgelöst und die Fetttröpfchen frei werden. Wie aus der Zeichnung *b* der Fig. 122 ersichtlich, finden sich thatsächlich an einzelnen Fettkugeln Protoplasmastückchen im Alveolus vor.

Ist im abgestossenen Protoplasma ein Kern vorhanden, so geht derselbe gleichfalls in die Milch über; solche Kerne findet man öfters im Alveolusinhalte, als in der Milch; daraus folgt, dass die sich ablösenden Kerne zerfallen und dadurch den Nucleingehalt der Milch liefern. Es wurde bereits oben angeführt, dass die Güte der Milch hauptsächlich von der Nahrung abhängig ist. Bei Fütterung der Thiere mit Substanzen von reichem Stickstoffgehalte bessert sich die Güte der Milch. Die Menge zugeführten Wassers vermehrt, wie ebenfalls gemeldet, die Milchmenge. Gesteigert wird die Milchsecretion weiters durch die Entleerung der Brustdrüsen; wird ein Euter nicht genügend abgezogen, oder trinkt das Kind nicht ausgiebig, oder wird das Stillen aus welchem Grunde immer unterbrochen, so sinkt die Secretion; dauert die Nichtentleerung der Drüse durch eine bestimmte Zeit, dann hört die Function der Drüse gänzlich auf. Gewisse flüchtige Oele übergehen sehr rasch in die Thiermilch, weil solche durch die Brustdrüsen in Kürze ausgeschieden werden; so wird — wenn das säugende Thier oder die Frau Chamomille, Runkelrübe, Knoblauch oder Arzneipflanzen mit flüchtigen Oelen genoss — deren Geruch sehr bald an der Milch oder der Butter wahrgenommen.

Nervenmechanismus der Milchsecretion.

Der auf die Milchdrüsen applicirte elektrische Reiz ist auf die Milchsecretion von keinem besonderen Einflusse; Beobachtungen von Steigerung der letztern bei Reizung der Intercostalnerven wurde von Einigen wahrgenommen, von Anderen jedoch nicht. Neuerer Zeit machte Röhrig Studien an Kühen über den Nerveneinfluss auf die Milchsecretion und kam zu folgenden Resultaten:

Das Euter wird vom N. spermaticus internus innervirt. Dieser entspringt mit zwei Wurzeln aus dem Rückenmarke, bricht zwischen dem grossen und kleinen Psoas durch und vertheilt sich im Becken in 3 Aeste. Der eine davon zieht zur Bauchmuskulatur, die andern zwei, eine kurze Strecke der Arteria cruralis folgend, gehen mit der Arteria pudenda externa zum Euter (Ramus medius et inferior nervi spermatici interni). Der mittlere Ast (Ramus medius) theilt sich an der Basis des Euters in drei Zweige: in einen schmächtigen und einen zweiten stärkern — Ramus papillaris — der in die Warzen tritt, und schliesslich in einen (seltener auch zwei) starke Drüsenzweige (Rami glan-

dulares), welche die grösseren und stärkeren Milchgänge, die Cysterne, und die Hauptausführungsgänge versorgen. Durchschneidung des Ramus papillaris bringt keine Alteration der Milchsecretion zu Wege; es wird blos die Warze schlaff. Reizung des peripheren Stumpfes dieses Nerven erigirt die Warze, doch ändert sie die Drüsensecretion nicht; bei Reizung des centralen Endes steigert sich die Milchabsonderung auf reflectorischem Wege.

Bei Durchtrennung des Ramus glandularis oder des ganzen Ramus medius vor seiner Verzweigung wird die Milchabsonderung erheblich verzögert; bei elektrischer Reizung des durchschnittenen Nerven jedoch befördert. Nach Durchschneidung des Ramus inferior wächst die Secretion bedeutend (oft um das 20fache): Reizung des peripheren Endes dieses Nerven sistirt dieselbe gänzlich.

Ob man es hier mit secretorischen, die Drüsenzellen direct zur Secretion reizenden Nerven, oder aber mit einer auf vasomotorischer Basis beruhenden Einwirkung dieser Reizung zu thun habe, ist bisnun nicht aufgeklärt.

Einfluss des Blutdruckes auf die Milchsecretion.

Der Einfluss des Blutdruckes auf die Milchsecretion wurde von Sigm. Mayer verfolgt. Er injicirte Ziegen, welche binnen 5 Minuten 2, seltener 3 Tropfen Milch gaben, 100 Ccm. einer 1/8 %igen Lösung von Strychninum nitricum in der Weise in die Jugularvene, dass sie in je 5 Minuten 20 Ccm. der Lösung erhielten; worauf die Milchabsonderung sich folgendermassen gestaltete:

Nach der 1. Injection in	10 Minuten	10 Tropfen	binnen	5 Min.
„ „ „ „ „	5 Min. später	20 „	„	5 „
„ „ „ „ „	5 „ „	20 „	„	5 „
„ „ „ „ „	5 „ „	28 „	„	5 „
„ „ „ „ „	5 „ „	34 „	„	5 „
„ „ „ „ „	5 „ „	20 „	„	5 „

Digitalin und Coffeïn vermehren gleichfalls die Milchsecretion; ebenso auch Jaborandi, welches den Blutdruck von 128 auf 186 Mm. Quecksilberdruck hob, in erhöhtem Massstabe. Diesen gegenüber setzt Chloralhydrat, welches bekanntlich den Blutdruck stark vermindert, auch die Milchabsonderung erheblich herab.

Physiologie der Harnsecretion.

Structur der Nieren.

Wird durch die Mitte einer Niere ein Flächen- oder Längsschnitt geführt und die Schnittfläche betrachtet, so fallen mit blossem Auge sichtbar folgende Theile auf: Die Niere wird von

aussen von einer Hülle, der Nierenkapsel (Fig. 123*b*), umgeben, welche sich auf den, aus der bohnenförmigen Drüse auslaufenden Harnleiter (Ureter = *U*) fortsetzt. Nach innen von der Kapsel weist die Niere zweierlei Substanzen auf: die äussere oder Rinden-, und die innere, Mark- oder Röhren-Substanz. Beide sind voneinander durch die Henle'sche Grenzschichte (Fig. 124. *H* und *hr*) getrennt. An der dem Nierenbecken zugekehrten Marksubstanz findet man Papillen (Papillae renales, Fig. 123. *S*), welche aus Röhren zusammengesetzt scheinen. Die Marksubstanz wird durch, in der Richtung der Papillen verlaufende, aus Bindegewebe gebildete sogen. Bertini'sche Säulen (Columnae Bertinii) (*Be*) in mehrere Lappen (die Malpighi'schen Pyramiden = *M*) abgesondert. Diese werden durch, aus Blutgefässen und geraden Harnkanälchen gebildete feinere Stränge (die sogen. Markstränge = *v*) in mehrfache, kleinere (sogen. Ferrein'sche) Pyramiden getheilt. Die kleinen, in das Nierenbecken hineinragenden becherförmigen Einbuchtungen zwischen den Papillen nennen wir Nierenkelche (Calyces renales = *vk*); den Raum zwischen den Nierenpapillen (*S*) und den abstehenden Hüllen der Niere aber Nierenbecken (*Vm*), aus welchem der in die Harnblase führende Harnleiter (Ureter = *U*) entspringt.

Einige Thiere besitzen 4—5—6 Nierenpapillen (Mensch und Schwein), andere haben deren nur eine (Kaninchen). An der Niere des Pferdes sieht man mit bewaffnetem Auge, dass in eine solche Papille 30—40 Röhren münden, diese theilen sich bis zur Länge von 1—1·5 Mm. und heissen gerade Harnkanälchen (Tubuli recti uriniferi) oder Papillengänge (Ductus papillares) (Fig. 124 *sv*). Dann verästeln sich diese und jeder Ast zerfällt in mehrere Zweige. Durch diese Verzweigung kommen die oben erwähnten grösseren Malpighi'schen und die kleineren Ferrein'schen Pyramiden (Primitiv-Lappen oder -Kegel) (Fig. 123 *pl*) zu Stande. Die aus den geraden Kanälen unverästelt bis zur Spitze der Rindensubstanz ziehenden Röhrchen nennt man die Ludwig'schen Sammelkanälchen (Fig. 123 und 124 *gy*). Diese Sammelkanälchen senden in der Rindensubstanz sogen. Intercalar-Seitenäste nach rechts und links; von denen der aus ihnen auslaufende Kanal sich nach abwärts biegt, dicker wird, in die Marksubstanz hinabreicht und so die Henle'sche Schleife (*He*) bildet, deren gegen die Rindensubstanz aufwärts kehrender Theil verjüngt in die sich abermals verbreiternden und gewundenen Harnkanälchen (Tubuli contorti = *ch*) übergeht, welche mit Bläschen, Kapseln abschliessen. Diese Bläschen, eigentlich die darin befindlichen Gefässknäuel, hatte bereits Malpighi gesehen; wesswegen sie als Malpighi'sche Gefässknäuel oder -Windungen (Fig. 123 *Me* und Fig. 124 I *gl*), deren Kapseln aber nach ihrem Entdecker, als Bowman'sche Kapseln (*B*) benannt

werden. Die geraden an den Nierenpapillen ausmündenden Röhren (Papillengänge) besitzen angeblich keine structurlose Membran, sondern deren Wandungen sind durch Bindegewebe und ringförmig eingelagerte glatte Muskelfasern gebildet, nach innen aber mit Cylinderzellen ausgekleidet (Fig. 124 VII).

Sind diese über 1—1·5 Mm. Länge gekommen, so bildet ihre Wandung auch eine structurlose Membran und übergehen, sich theilend, in die Sammelkanälchen, in denen ihre Epithelauskleidung niedriger und an bestimmter Höhe bereits als cubischer Zellbeleg (V) gefunden wird. In der nach dem intercalaren Theil folgen-

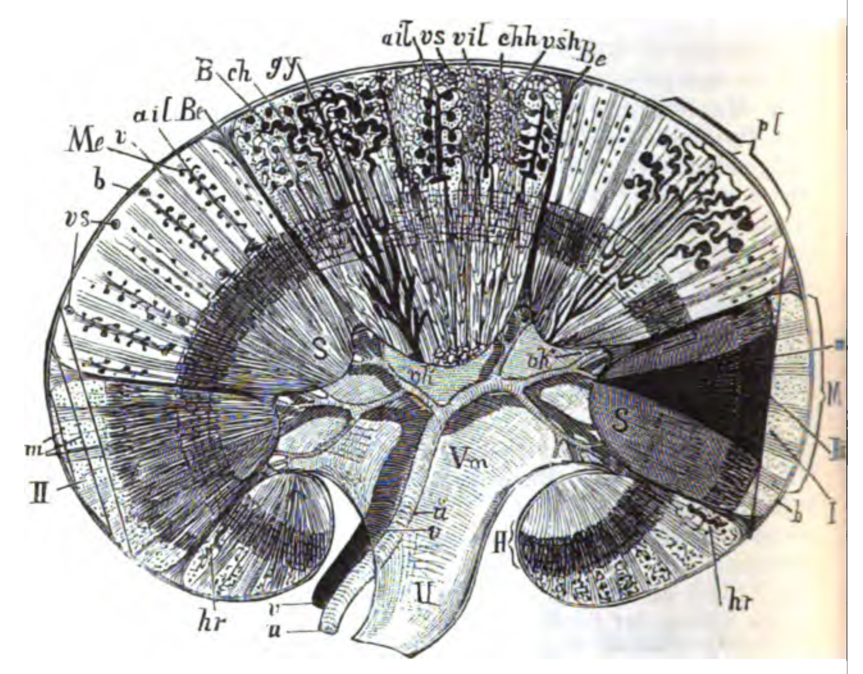


Fig. 123. Schematische Darstellung der Niere. *b* = Nierenkapsel; *M* = Malpighi'scher Lappen (Pyramide); *Be* = Columnae Bertini; *S* = Nierenpapillen; *pl* = Primitivlappen oder Kegel; *B* = Bowma.n'sche Kapseln; *gy* = Sammelkanälchen; *Me* = Malpighi'scher Gefässknäuel in der Bowmau'schen Kapsel; *ch* = Tubuli contorti; *ail* = Arteria interlobularia; *vil* = Vena interlobularia; *chh* = Capillarnetz um die Tubuli contorti; *vsh* = Capillaren der Markstrahlen; *vs* = Querschnitt der Vena stellata; *v* = Markstränge I, II, *Hö* = Versuchskegel von Högyes; *m* = Schnittfläche; *ok* = Nierenkelche; *Vm* = Nierenbecken; *U* = Ureter; *a* = Arterie; *v* = Vene, beide präparirt (unter dem Nierenbecken sich verästelnd); *H* u. *hr* = Henle'sche Grenzschichte.

den Henle'schen Schleife sind die Zellen dachziegelförmig aneinander gelegt (IV), dabei fein granulirt, getrübt, graulich gefärbt und mit Kernen versehen. Mit dem Eintritt dieses dachziegelförmigen Zellbeleges in die gewundenen Kanälchen (*ch*) bildet derselbe innerhalb der structurlosen Membran nach Ludwig

gleichsam ein Protoplasmarohr, an welchem man die Contouren der Zellen schwer ausnehmen kann; diese können auch abgelöst werden, die Kerne in Theilung kommen, ihr Protoplasma zu Körnchen zerfallen, ja durch deren Oxydation im Blute nicht

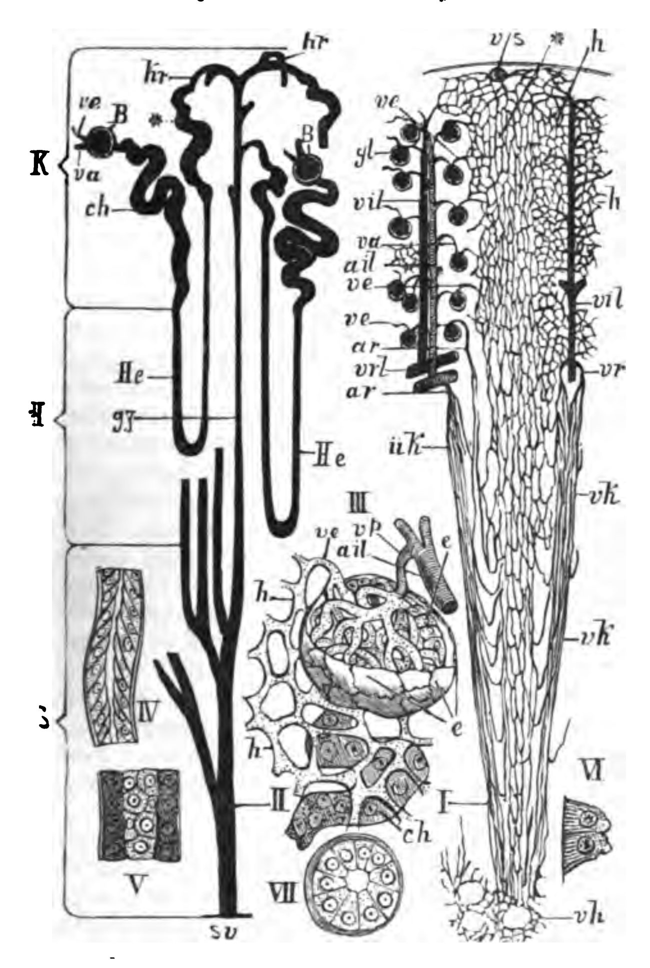


Fig. 124. I = Gefässe der Niere; II = schematische Darstellung des Verlaufes der Harnkanälchen von der Nierenpapille bis zur Spitze der Rindensubstanz; III = Bowman'sche Kapsel mit dem Endothel und den Gefässen; IV = Epithel der Henle'schen Schlinge; V = dasselbe der Sammelkanälchen; VI = dasselbe der Tubuli contorti; VII = Epithel des Ductus papillaris; *K* = Rindenschichte; *H* = Henle'sche Grenzschichte; *S* = Papillartheil; *sv* = Ductus papillaris; *gy* = Sammelkanälchen; *He* = Henle'sche Schleife: *ch* = Tubulus contortus; *kr* = Intercalartheil; *B* = Bowman'sche Kapsel; *va* = Vas afferens; *ve* = Vas efferens; *gl* = Malpighi'scher Glomerulus; *ail* = Arteria interlobularia; *vil* = Vena interlobularia; *ar* = Arteriolae rectae; *v* = Venulae rectae; *ak* = arterielle Gefässbündel; *vk* = venöse Gefässbündel; *h* = Capillarnetz um die Tubuli contorti; *e* = Endothelschichte in der Bowman'schen Kapsel und um das Malpighi'sche Gefässknäuel herum; *vh* = Capillarnetz um den Ductus papillaris; *vs* = Vena stellata; * = Capillargefässnetz um die Markstränge der Niere.

präformirte Substanzen gebildet werden (Högyes). Nach Heidenhain und Landois sind die Ränder der Epithelzellen der Tubuli contorti, welche gegen die structurlose Membran gekehrt sind, mit feinen stäbchenförmigen Fortsätzen, (Stäbchenzellen), (VI) versehen. Bei einigen Thieren kommen in den Harnkanälchen, vor deren Uebergange in die Bowman'sche Kapsel, Flimmerzellen vor, welche für die Weiterbeförderung des Harnes sorgen. Ob die Kapseln eine oder zwei Epithelauskleidungen besitzen, darüber gehen die Ansichten auseinander. An Schnitten sieht man inwendig an der Kapsel Endothelzellen, äusserlich aber eine structurlose Membran und Bindegewebe; es kommt dann noch eine zweite Endothelschichte in der Kapsel vor, auf deren Besprechung wir bei den Nierenblutgefässen näher eingehen werden.

Die Blutgefässe verlaufen in der Niere folgenderweise (Fig. 123). Die Arterie (*ü*) bohrt sich unter dem Nierenbecken ein, theilt sich in zwei Haupt- und dann in zahlreiche Nebenäste und tritt zwischen den Nierenkelchen (*vk*) in die Nierensubstanz nach aufwärts, an den Harnkanälchen verlaufend. Ebenso verhält sich die Vene (*r*). Die aus der Nierenarterie entspringenden Interlobulararterien (Fig. 123 und 124 *ail*) gehen nun bis zur obersten Schichte der Rindensubstanz, ohne jedoch Aeste zur Versorgung der Röhrchen mit Blut abzugeben; sie entsenden in der Rindensubstanz bogenförmige, kurze Seitenäste, deren jeder in eine Bowman'sche Kapsel geht und darinnen das Malpighi'sche Gefässknäuel (Fig. 123 *Me*, Fig. 124*gl* = Glomerulus) einem Wundernetze*) gleich bildet. Das in die Kapsel eintretende Gefäss wird als zuführendes (Vas afferens) (Fig. 124 *va*), das aus dem Glomerulus austretende als ableitendes Gefäss (Vas efferens) bezeichnet (Fig. 124 *ve*). Letzterer umspinnt die gewundenen Kanälchen mit einer Capillarverzweigung (III *ve*—*h*), aus welcher sich dann Venenzweige zusammensetzen [Venulae rectae (*vr*)]. welche nach abwärts die geraden und die Sammelkanälchen mit Blut versorgen [Venenstränge (*vk*)].

Ausser durch dieses, die Rindensubstanz bereits passirte Blut, wird die Marksubstanz der Niere noch mit arteriellem Blute durch die sogen. Arteriolae rectae [gerade Arterienäste, (*ar*)] versorgt, welche aus den Horizontalästen der in der Henle'schen Grenzschichte aufwärts laufenden Interlobulararterien, theils aus den zu Bowman'schen Kapseln ebendaselbst hinziehenden Vasa afferentia sich abzweigen und die Harnkanälchen mit arteriellen

---

*) Unter einem Wundernetze versteht man, wenn die Zweige einer Arterie nicht in Capillaren, sondern erst in pinselförmig eingetheilte Endzweigchen zerfallen, welche einzeln in eine Vene (unipolar) oder abermals in eine Arterie (bipolares Wundernetz) übergehen. Wundernetze kommen sowohl beim Menschen und den Säugern, als auch bei niedrig organisirten Thieren mehrfach vor.

Capillarsträngen [Arterienstränge (*ük*)] umspinnen. Diese Befunde sind nach Injectionspräparaten und den interessanten Experimenten von Högyes festgestellt.

Die von Högyes in dieser Richtung ausgeführten Experimente sind folgende: Beim lebenden Thiere (Kaninchen) wurde aus der einen (linken) Niere ein Theil der Rinden- und Marksubstanz bis zu der Henle'schen Grenzschichte (Fig. 123 I *Hö*), von der andern (rechten) Niere nur ein Stück Rindenschichte parallel der Längsaxe des Organes, dem Hilus gegenüber abgeschnitten (Fig. 123 II *Hö*); dann beide Nierenvenen eröffnet und die Nieren ausbluten gelassen. Nach einer halben Stunde wurden beide Nieren exstirpirt und boten auf der Schnittfläche die in Fig. 123 I *Hö* und II *Hö* gezeichneten Bilder dar; und zwar an der linken Niere, wo Högyes ein Stück von der Rinden- und der Henle'schen Schichte herausschnitt, das Bild I *Hö*; hinwieder an der rechten Niere, von welcher blos ein Abschnitt aus der Rindenschichte entnommen wurde, das bei II *Hö* gezeichnete Bild. „Es blieb somit an der linken Niere in dem Abschnitte unter der Schnittfläche und der Nierenpapillenspitze (*S*) in dem pyramidenförmigen Theile der Marksubstanz das Blut zurück; die Schnittfläche der Pyramide — besonders wenn das Organ zuvor hyperämisch gewesen — trat aus der blassen, peripheren, blutleeren Nierensubstanz als dunkelgefärbtes Dreieck heraus. Die rechte Niere stellte derzeit sich vollkommen blutleer dar (die Abschnitte der Marksubstanz zwischen der Schnittfläche und der Nierenpapille enthielten kein Blut); es trat an der Durchschnittsfläche der Niere kein blasscontourirtes, dunkleres Dreieck heraus." Als Resultat dieses Experimentes ergibt sich, „dass man einen Theil der Marksubstanz der Niere mit einem durch Rinde und Mark geführten Schnitte aus der Blutcirculation auszuschalten vermag; wird der Schnitt blos durch die Rinde allein belegt, so bleibt die Blutcirculation in der ganzen Marksubstanz intact; mit andern Worten: in der Marksubstanz ist eine selbständige Blutcirculation vorhanden, ob nun das Blut aus den Nierenarteriolen oder aus den ableitenden Gefässen der nahe der Grenzschichte belegenen Glomeruli herstammt". Modificirte Untersuchungen von Högyes, ebenso die später veröffentlichten, äusserst interessanten Experimente Heidenhain's ergaben dieselben Resultate.

Im Nierenbecken (Fig. 123 *Vm*) finden sich bei einigen Thieren (Pferd) kleine acinöse Drüsen (Frey, Hamburger u. A.), welche Schleim secerniren; man sieht dieselben manchmal auch beim Menschen; die Epithelauskleidung desselben ist grösser, als

die der Harnkanälchen, dabei durch ihre Granulation, Feinheit und polygonale Gestalt von letzteren leicht zu unterscheiden.

Der Harnleiter (Ureter) (Fig. 123 *U*) ist nach aussen durch eine sich von der Niere auf ihn senkende seröse Membran begrenzt, welche ebenso wie auf der Niere einen Ueberzug von polygonalen Endothelzellen besitzt. Auf diese folgt eine aus rings und längsverlaufenden Elementen gebildete, doppelte Muskellage, beide Lagen sind durch eine dritte schräg verlaufende miteinander vielfach verbunden, dann folgt gefäss- und nervenreiches Bindegewebe. Nervenendigungen sind darin bisher noch nicht ermittelt. Dem Bindegewebe liegt eine Epithelschichte aus Cylinderzellen auf.

Die Harnblase (Vesica urinaria) besteht aus denselben Theilen als der Ureter; einer serösen Haut von aussen, darunter den zwei Lagen von Muskelelementen, dem Bindegewebe und der Epithelschichte. Auch hier ist das Bindegewebe reichlich mit Gefässen und Nerven ausgestattet. Die Schleimhaut der Blase ist mit Falten versehen, welche zu oberst grosse, flache Plattenzellen (Pflasterzellen), darunter Cylinder-, zu unterst aber in Spitzen auslaufende Zellen decken, zwischen letzteren sind sogen. Schaltzellen vorhanden. Die obersten Zellen sind kaum oder auch gar nicht granulirt, bei oberer Ansicht pflastersteinförmig und besitzen einen, oft zwei grosse Kerne.

An der Uebergangsstelle der Harnblase in die Harnröhre findet sich die Vorsteherdrüse (Prostata); nach dieser münden die Samenbläschen und die sogen. Cowper'schen Drüsen in die Harnröhre (Urethra).

Die Harnblase geht in die Harnröhre, diese beim Manne in das Glied (Penis), über. Die Harnröhre der Frau und des Weibchens beim Thiere unterscheidet sich von der des Mannes und Männchens durch Kürze, Breite und freie Ausmündung in die Scheide; ihr Epithelbeleg ist beim Manne aus cylindrischen, beim Weibe aber aus Pflasterzellen gebildet.

Der sogen. Schwellkörper (Pars cavernosa) der Harnröhre ist schwammiges, mit Hohlräumen versehenes Bindegewebe mit reichen Blutgefässnetzen, deren einzelne Zweige in die mit Blut füllbaren Räume münden. Ausser diesem cavernösen Theile besitzt der Penis noch zwei, ebenfalls cavernöse, doch mit grösseren Räumen versehene Organe, über deren Blutfüllung die Erection des Penis erfolgt (s. Zeugungsorgane).

Harn.

Der Harn ist eine, durch die Nieren-Function entstandene stroh- oder dunkler gelb gefärbte Flüssigkeit. Beim Menschen und den Thieren enthält derselbe zumeist gleichförmige Bestandtheile, wenngleich diese bezüglich der Quantität auch in einer Thierklasse, oft in einem und demselben Thiere wechseln. Der Harn des Menschen ist gewöhnlich licht strohgelb, derjenige des Pferdes dunkelrothgelb; letzterer wird beim Stehen trübe und bildet einen breiigen Niederschlag, da die darin enthaltene grosse Menge der Salze und anderer Bestandtheile gefällt wird. Der Harn fleischfressender Thiere gleicht zumeist demjenigen der Menschen, ist höchstens etwas mehr dunkelgelb, doch stets rein, durchsichtig, von saurer Reaction, von hohem specifischem Gewichte, daneben an phosphorsauren Salzen wie auch an Harnstoff (Ureum) reich und enthält bei reiner Fleischkost gar keine Hippursäure.

Der Harn der pflanzenfressenden Thiere, wenn sie weniger *N*haltige Nahrung zu sich nehmen, erscheint heller, im entgegengesetzten Falle trübe, und von alkalischer Reaction; enthält viel Hippursäure und relativ wenig Harnsäure; die phosphorsauren Salze sind in geringer Menge, hingegen die kohlensauren Alkalien und alkalischen Erden reichlich vorhanden. Diese Differenzen rühren bei Pflanzenfressern lediglich von der Nahrung her; hungern solche Thiere, so wird ihr Harn dem der Fleischfresser ähnlich, indem bestimmte Bestandtheile des Harnes, aus durch Zersetzung der Gewebe entstandenen Substanzen gebildet werden. Sämmtlicher Harn ist von unangehmem Geruche, so besonders derjenige der Maus; weniger derjenige von Katzen und Hunden.

Für den Geruch des Rindesharnes hat Städeler nachgewiesen, dass dieser von flüchtigen Oelen — ihrer Hauptmasse nach aus Phenyl-, Tauryl-, Damalur- und Damolsäure bestehend — herrührt. Das specifische Gewicht des Harnes vom Menschen und Thieren wechselt zwischen 1·005—1·060.

Der Harn enthält eine grosse Menge Wasser, beiläufig 90 bis 95 %; die anderen 5—10 % entfallen auf verschiedene Salze, Farbstoffe, Säuren, *N*haltige Basen und die Oxydationsproducte verschiedener *N*haltiger Substanzen, besonders auf den Harnstoff; in der Art, dass die übrigen Bestandtheile in verschwindender Menge vorhanden sind; wesshalb man den Harn des Menschen, oder denjenigen eines Thieres, lediglich als wässerige Lösung des Harnstoffes, oder im Allgemeinen als eine Lösung, der auf die höchste Potenz oxydirten Albumine betrachten darf. Wenngleich der Harnstoff in den Geweben vorhanden, nur in kleinem Theile durch die Haut ausgeschieden wird, so erfolgt die Elimination desselben zum grössten Theile durch die Nieren; das Zurückbleiben von grösseren Mengen desselben im Organismus bringt tödtliche Harnvergiftung (Uraemie) zu Wege.

Von Salzen sind im Harne zumeist das Kochsalz (Cl Na), ausserdem die Phosphate vertreten (als phosphorsaurer Kalk, phosphors. Mg, phosphors. K u. Na u. s. w); ferner Sulfate (als schwefelsaures K u. Na u. s. w.); endlich wird im Harne Oxalsäure in Verbindung mit Kalk als oxalsaurer Kalk gefunden, besonders, wenn der Mensch oder das Thier grössere Mengen Oxalsäure enthaltender Nahrung zu sich nimmt; ebenso in der „Oxalurie“ genannten Erkrankung.

Unter den organischen Bestandtheilen des Harnes nimmt der Harnstoff $[CO(NH_2)_2]$ als höchstes Oxydationsproduct der Eiweisskörper (somit nichts anderes, als Kohlensäure + Ammoniak — Wasser) im Organismus den ersten Platz ein. Im normalen Menschenharne beträgt derselbe 2·5—3·2 %. Ein Erwachsener scheidet täglich 30—40 gr. aus; Frauen verhältnissmässig weniger, als Kinder.

Bei grösserem Albumingehalte der Nahrung, viel Wasser- und Salzverbrauch, ebenso bei Aufenthalt in comprimirter Luft wächst die Harnstoffmenge; beim Hungern kann dieselbe auf 6·1 Gr. sinken. In acuten fieberhaften Entzündungs- und anderen Krankheiten wird er im Harne vermehrt gefunden, ferner dessen Menge auch durch Narceïn, Papaverin, Codeïn und Thebaïn (Fubini) gesteigert.

Harnstoff wurde bisher im Blute (1 : 10000), in der Lymphe, dem Chylus (2p: 1000), der Leber, den Lymphdrüsen, der Milz, Lungen, dem Hirn, Auge, Speichel, der Galle und Amniosflüssigkeit nachgewiesen; der Ursprungsort desselben ist bisher noch nicht ermittelt, dürfte jedoch in die Leber und Lymphdrüsen zu verlegen sein.

Grosses Aufsehen erregte Wöhler in Göttingen 1828, als er auf synthetischem Wege Harnstoff — jene organische Substanz, von welcher man annahm, dass nur der Organismus dieselbe hervorzubringen vermöge — darstellte.

Eine wichtige Säure des Harnes ist die Harnsäure; sie stellt ein niedriger oxydirtes Albuminproduct dar als Harnstoff.

Die Harnsäure ($C_5H_4N_4O_3$) kommt im Harne des Menschen und der fleischfressenden Thiere gewöhnlich an Kalium und Natrium gebunden, als harnsaures Kalium und -Natrium vor; bei Pflanzenfressern wird sie blos während des Säugens, resp. bei Milch- und experimentell zugeführter animalischer Kost gefunden. Welche *N*haltigen Substanzen die nächsten Bildner der Harnsäure sind, steht nicht fest; möglicherweise sind solche das damit häufig gefundene Sarkin ($C_5H_4N_4O$) und Xanthin ($C_5H_4N_4O_2$). Die Nieren erzeugen selbst keine Harnsäure, diese wird von ihnen blos ausgeschieden und wahrscheinlich in den Geweben des Körpers gebildet.

Im Hundeharne fand Liebig ausserdem eine andere *N*haltige Säure, die Kynuren-Säure ($C_{20}H_{14}N_2O_6+2H_2O$). Bei den Pflanzenfressern, insonders den Pferden trifft man ferner die Hippursäure ($C_6H_9NO_3$), eine ebenfalls *N*haltige Säure, durch Paarung der Benzoësäure mit Glycocoll entstanden. Die Benzoësäure stammt sicher aus pflanzlichen Nahrungsstoffen; worauf der Befund hinweist, dass sie im Thierharne bei reiner Milchkost oder beim Hungern mangelt, hingegen bei Pflanzennahrung alsbald zum Vorschein kommt. Nicht jedes Futter bildet Hippursäure; so fand Weiske, dass rein mit Erbsen, Weizen, Hafer und ungeschälten Kartoffeln gefütterte Schafe nie Hippursäure im Harne aufweisen, hingegen erscheint auf 1 Kilogr. Wiesengras 15·76 Gr., auf ein Kilogr. Wiesenheu und 15 Gr. Benzoësäure täglich 36·49 Gr. Hippursäure in deren Harne. Das zur Bildung der Hippursäure mit zur Benzoësäure gehörige Glycocoll wird — wie bei der Leberfunction erörtert wurde — durch die Leber erzeugt. Das Organ für die Bildung der Hippursäure im Körper ist nicht bekannt. Einige verlegen dieses in die Leber, andere in die Nieren. Doch beobachtete Bunge und Schmiedeberg nach Exstirpation der Leber (Frösche können darnach noch 2—3 Tage lang am Leben bleiben) dennoch

Hippursäurebildung, dieselbe kann zumindest also nicht ausschliesslich von der Leber erzeugt werden. Dieselben Forscher constatirten durch Experimente die directe Theilnahme der Nieren an der Hippursäurebildung.

Das bereits erwähnte Sarkin (Hypoxanthin = $C_5H_4N_4O$) und das Xanthin ($C_5H_4N_4O_2$), ebenso wie das Kreatinin ($C_4H_9N_3O_2$) werden in geringer Menge im Harne gefunden; u. z. bei Fleischfressern, als constanter Bestandtheil, bei Pflanzenfressern jedoch blos spurweise.

Das Kreatin ist — nach Untersuchungen von Neubauer und Munk kein normaler Bestandtheil des Harnes; und geht wahrscheinlich bei bestimmter Behandlung des Harnes aus Kreatinin hervor.

Das Allantoin ($C_4H_6NO_3$) wurde von Vauquelin in der Allantoisflüssigkeit der Kuh entdeckt; ist im Harne des Kalbes gleichfalls vorhanden, und von Meissner für den Hundeharn nachgewiesen.

Sowohl im Rinderharne, als in dem anderer Thiere entdeckte man später das Phenol (Carbolsäure, Phenylsäure, Phenylalkohol, Hydroxylbenzol) [$C_6H_5(OH)$]. — Munk fand in einem Liter Pferdeharn 0·913 Gramme Phenol.

Der Menschenharn enthält wenig, der Pferdeharn viel Indican, von unbekannter chemischer Zusammensetzung. Nach Baumann kommt im Harne, besonders vom Pferde Brenzcatechin [$C_6H_4(OH)_2$] vor.

Die normalen Formelemente des Harnes bilden Schleimkörperchen und die Epithelien der Harnwege.

Unter den anorganischen Bestandtheilen findet man ausser Wasser im Harne: Kochsalz, Natrium, Kalium, Ammonium, Calcium, Magnesium, Spuren von Eisen, ebenso Oxalsäure (an Natrium gebunden) Schwefel-, Phosphor-, Salpetersäure, Wasserstoffhyperoxyd, und Spuren von Kieselsäure; ausserdem auch Bernsteinsäure.

Die Farbe des Harnes hängt vom Urochrom (Tudichum) ab, welches wahrscheinlich aus dem Blutfarbestoffe herstammt. Man unterscheidet Uroerythrin, Urohämatin, Urobilin und Indican (Indigoblau und -roth), welche man als Zersetzungsprodukte des Urochrom betrachtete. Seit den Untersuchungen von Jaffé ist das Urobilin näher bekannt worden (von Maly aus dem Bilirubin genannten Farbstoffe der Galle künstlich dargestellt), er nannte sein Produkt Hydrobilirubin und ist dieses mit dem Urobilin vollkommen identisch. Jaffé constatirte ferner das Vorkommen von Urobilin in den Fäces. Wir können uns die Entstehungsweise des Urobilin dermassen erklären, dass in der Leber aus dem Hämoglobin zuerst Bilirubin wird, dieses wird im Darme zu Hydrobilirubin umgesetzt,

welches zum Theile mit den Fäces, zum andern Theile nach Resorption als Harnfarbstoff mit dem Urin wieder ausgeschieden wird. Unter den Gasen des Harnes ist schliesslich Kohlensäure, Stickstoff, und wenig Oxygen anzuführen.

Im Harne des Rindes und des Pferdes wird ausserdem noch etwas Zucker gefunden; nach Brücke kommt derselbe auch beim Menschen vor, Andere fanden jedoch im Harne gesunder Menschen nicht einmal Spuren von Zucker. Das specifische Gewicht des Pferdeharnes ist 1035—1046, das des Rinderharnes 1023—1040, des Schweines 1010—1012, des Schafes 1041, (zumeist dem Rinderharne gleichkommend); der Harn der Carnivoren unterscheidet sich kaum von dem des Menschen.

Die nachstehende Tabelle zeigt die Zusammenstellung des Harnes grösserer Hausthiere in 100 Theilen, nach Bibra:

	Pferdeharn		Rinderharn		Schweineharn		Ziegenharn	
	Analyse I	Analyse II	Analyse I	Analyse II	Analyse I	Analyse II	Analyse I	Analyse II
Harnstoff	12·44	8·36	19·76	10·21	2·73	2·97	3·78	0·76
Hippursäure	12·60	1·23	5·55	12·00	—	—	1·25	0·38
In Wasser lösliche Extractivstoffe	21·32	19·25	22·48	16·43	1·42	1·12	1·00	0·56
In Alkohol lösliche Extractivstoffe	25·50	18·26	14·21	10·20	3·87	3·99	8·50	8·70
							In Wasser lösliche Alkalien	
In Wasser lösliche Salze	23·40	40·00 (beide Salze)	24·42	25·77	9·09	8·48	4·54	4·66
In Wasser unlösliche Salze	18·80		1·50	2·22	0·88	0·80	0·08	0·40
Schleim	0·05	0·06	0·07	0·06	0·05	0·07	0·06	0·05
Wasser	885·99	912·84	912·01	923·11	981·96	982·57	980·07	983·19

Wichtigere Veränderungen des Harnes in Erkrankungen.

Unter den anormalen Bestandtheilen des krankhaft veränderten Harnes steht oben an das Eiweiss, welches im normalen Zustande nie, oder nach einigen Forschern nur in kaum wahrnehmbarer Menge im Urin vorkommt. Nichtsdestoweniger tritt das Albumin ohne besondere Veränderungen des Organismus oder der Nieren jedesmal im Harne auf, wenn einfach hyperämische Erscheinungen vorhanden sind, mit deren Sistirung und Aufhören des grössern Blutdruckes es wieder verschwindet.

Wird Albumin in's Blut injicirt, so erscheint solches auch im Harne. Landois beobachtete nach dem Genuss des Eiweiss von 20 Eiern Albumin im Urin des Menschen. Kommt jedoch das Albumin im Harne constant in grösserer Menge vor, so ist diess gewöhnlich ein Zeichen dafür, dass die Nieren hochgradig erkrankt, verschiedene Stadien der Nierenentzündung vorhanden sind (Bright'sche Nierenkrankheit). Der Nachweis des Albumins im Harne geschieht nach den im allgemeinen Theil bei Albuminreaction mitgetheilten Methoden (s. Seite 68). Ist die Albuminurie in einer Nierenerkrankung begründet, so treten zuerst sogen. Hyalin- und

Fibrincylinder, später Epithelcylinder (aus den Harnkanälchen) im Urine auf, daneben einzelne Eiter- und rothe Blutkörperchen, die sich mit den gewohnten Epithelien der Harnwege aus dem Bodensatze leicht auf mikroskopischem Wege erkennen lassen.

Bei der amyloiden Degeneration der Niere findet man geschichtete Körperchen, die sogen. Amyloid-Körperchen und Amyloid-Harncylinder; bei fettiger Degeneration hingegen Fetttröpfchen im Harne.

Nach den Untersuchungen von Claude Bernard tritt bei dem sogen. Diabetes-Stich, welcher an dem verlängerten Marke in der Gegend des Ursprunges vom N. vagus und N. accessorius ausgeführt wird — im Harne sehr bald Zucker auf; dasselbe erfolgt bei Dispnoë, gewissen Erkrankungen des Nervensystems, und grossen Hindernissen im Blutdrucke und -kreislaufe. In letzteren Fällen wird das durch die Leber producirte Glycogen in grösseren Mengen in Zucker umgesetzt und durch den Harn ausgeschieden. Bei Gegenwart von Albumin im Harne wird das specifische Gewicht geringer, bei Zuckergehalt grösser gefunden. (Die Zuckerreactionen vgl. im allg. Theile, Seite 64).

Bestimmung des specifischen Gewichtes des Harnes.

Zur Bestimmung des specifischen Gewichtes vom Harne dienen verschiedene Instrumente; eines der zweckmässigsten ist das Urometer (Fig. 125). Es ist dies ein aus Glas verfertigter Dichtigkeitsmesser (Arëometer), aus gradirter Glasröhre mit unten angebrachten Gewichten bestehend (Fig. 125), zum Zwecke in einem mit Wasser gefüllten Gefässe schwimmend erhalten zu werden. Je dichter der Urin, umsoweniger taucht das Instrument ein und zeigt eine höhere Zahl, und umgekehrt.



Fig. 125. Urometer (Harndichtigkeitsmesser.)

Menge und Schwankungen des Harnes.

Die tägliche Menge Harn beträgt beim Menschen 1—2 Liter, beim Pferde 5—7 Liter. Nach Valentin scheidet ein Pferd, welches gerade 30 Liter trank, am ersten Tage 4, am zweiten 5, am dritten Tage 6 Kilogramm Urin aus; nach Colin beträgt die ausgeschiedene Menge Harnes beim Pferde bedeutend mehr.

Die Ausscheidung und Entleerung des Harnes hängt von verschiedenen Einflüssen ab; so unter anderm von der Tageszeit. Von Früh bis Mittag und von da bis gegen Nachmittag wächst die Menge des Urins fortwährend und erreicht — unbeeinflusst

von der Nahrung gegen Nachmittag den Höhepunkt; darnach sinkt die Entleerung bis gegen Abend, um sich dann bis zum Morgen wieder zu steigern. Ebenso hängt dieselbe von der Jahreszeit und der Lufttemperatur ab. Je kälter die Atmosphäre, umsomehr Urin scheidet das Thier und der Mensch aus; das Entgegengesetzte erfolgt bei wärmerer Jahreszeit. Bei kalter Witterung ist der Urin auch weniger dicht, im Sommer dichter; der Grund davon ist in dem Umstande gelegen, dass das Thier und der Mensch in der Wärme schwitzt, und dabei viel Wasser von der Hautfläche verdunstet, die Niere jedoch weniger Wasser entleert; im Winter — bei geringerer Hautfunction fällt der Niere eine grössere Arbeit zu.

Einfluss des Nervensystems auf die Harnsecretion.

Besondere Nervenerregungen wirken auf die Harnsecretion. Es ist eine Erfahrungs-Thatsache, dass Thiere, wenn sie erschreckt werden, bedeutend mehr Harn lassen; ebenso ist den Laien bekannt, dass psychische Erregung beim Menschen die Harnausscheidung begünstige. Ebenso reicht mancher Geruch aus, um Thiere harnen zu machen (bei Hunden); offenbar handelt es sich hiebei um einen Einfluss auf das Nervensystem. Bei Durchschneidung der Nierennerven tritt reichliches Uriniren (Polyurie) ein (Cl. Bernard, Eckhard); oft sistirt die Secretion, um nach ½—1 Stunde in Fluss gekommen, das Maximum zu erreichen. Unter sämmtlichen Nerven des Nierenplexus scheint nach Eckhard blos der oberste, der N. splanchnicus major reizführend zu wirken; die unteren, dem Sympathicus entstammenden Fasern sind wirkungslos. Reizung des erstgenannten Nerven macht die Harnausscheidung gänzlich aufhören.

Reizung der Medulla oblongata und des Rückenmarkes hebt gleichfalls die Ausscheidung der Nieren gänzlich auf, und scheint dies darauf zu beruhen, dass trotz des vermehrten Aortadruckes die Blutcirculation in den Gefässknäueln der Niere vermöge der Verengerung der Nierenarterien behindert wird.

Theorie der Harnsecretion.

Unter den über Harnsecretion aufgestellten Theorien sind nurmehr diejenigen von Bowman und die von Ludwig in Beachtung zu ziehen. Nach letzterer würde das Wasser des Urins mitsammt den darin gelösten festen Bestandtheilen in sehr diluirtem Zustande aus den Blutgefässen der Niere in die Bowman'schen Kapseln filtrirt. Der erste Harn verliert beim Herablangen in die Harnkanälchen durch Endosmose an die, die Harnkanälchen umgebenden und Lymphe enthaltenden Gewebssafträume viel

Wasser, wird dichter und zu normalem Harne umgewandelt. Somit kommt — obschon auf seiner Bahn Veränderungen unterworfen — der Harn in beinahe fertigem Zustande aus dem Blute in die Bowman'schen Kapseln.

Hingegen neigen Heidenhain u. A. — (die Versuche von Högyes reichen ebenfalls dahin) — zur Ansicht Bowman's, wonach das aus den Nierengefässen diffundirte und filtrirte Serum sich von demjenigen anderer Organe nicht unterscheidet; aber durch die Zellenfunction in den Tubulis contortis zu Harn umgewandelt wird.

Dafür spricht ferner die längst von Henle beobachtete Thatsache, dass in den Zellen der Niere von Helix pomatia harnsaure Concremente; wie auch diejenige von Meckel, wonach in denselben harnsaures Ammoniak gefunden wurde. Nach Wittich, Meissner und Zalesky finden sich harnsaure Salzablagerungen in den Nierenkapseln der Vögel auch nicht, bei durch längere Zeit abgebundenen Ureteren hingegen kommen in den Epithelien der Tubuli contorti harnsaure Körnchen (Wittich) oft auch grössere Concretionen vor. Während der Secretion gehen die Zellen theilweise zu Grunde. — Högyes beobachtete während der Function den Zerfall der Epithelien in den gewundenen Harnkanälchen und überzeugte sich durch den Befund der Kerntheilung von der hier erfolgenden Neubildung der Elemente. In den urinsecernirenden Malpighi'schen Gefässen der Insecten fanden Thanhoffer u. A. harnsaure Kristalle. Dadurch wird ausser Zweifel gestellt, dass sich in der Niere gewisse chemische und physiologische Oxydationsprocesse abspielen, infolge derer die aus granulirtem, weichem Protoplasma gebildeten Zellen der Harnkanälchen zerfallen, und deren albuminhaltiges Protoplasma zu verschiedenen Oxydationssubstanzen umgewandelt wird; während die in die Bowman'schen Kapseln filtrirte Flüssigkeit auf dem Wege durch die Harnkanälchen diese Substanzen aus den Zellen auswäscht, löst, mit dem Blute und der Lymphe der Nieren in Tauschverhältnisse tritt, um beim Eintritte in die Ausführungskanälchen zu gewöhnlichem Harne zu werden.

Heidenhain versuchte ferner durch Experimente den Nachweis zu liefern, dass gewissen Parthieen der Harnkanälchen-Epithelien die Bestimmung zukomme, bestimmte feste Harnbestandtheile zu bilden und auszuscheiden. Wurde schwefelsaures Indigonatrium (Indigo-Carmin) der Blutcirculation der Niere in grösserer Menge einverleibt, so trat dieses nie in den Kapseln der Harnkanälchen auf, sondern fand sich blos in den Tubulis contortis und theilweise in den Epithelien der Henle'schen Schleifen.

Tägliche Menge der secernirten Harnbestandtheile.

Die Untersuchungen von Vogel ergaben für die Urinsecretion und die Hauptbestandtheile des Harns folgende Mittelwerthe: In 1500 Gr. täglicher Urinmenge waren:

Wasser	1440	Gr.	Kochsalz	16·5	Gr.
Feste Bestandth. .	60	„	Phosphorsäure . .	3·5	„
Harnstoff . . .	35	„	Phosphate . . .	1·2	„
Harnsäure . . .	0.75	„	Schwefelsäure . .	2·0	„
Säuren	3·0	„	Ammoniak . . .	0·65	„

Die Tagesmenge des Harnstoffes im menschlichen Harne beträgt 22—36 Gr.; doch sind dessen Schwankungen auf die Ernährung zurückzuführen.

Die Tagesmenge der Harnsäure beim Menschen gibt im Mittel 1·183 Gr., und ist am grössten bei Fleisch-, am geringsten bei Pflanzenkost.

Die Tagesmenge der Hippursäure beim Menschen im Harne nach Meissner 0·08—0·1 Gr.; bei Herbivoren ist sie um vieles beträchtlicher.

Die Menge des genossenen Wassers beeinflusst die Wassermenge des Harnes; doch hängt dieselbe von der jeweiligen Constitution des Organismus und den Secretionsprocessen in der Niere ab. Die Menge der Salze im Harne wird stets durch die Menge derselben in der Nahrung bestimmt. Thiere und Menschen uriniren öfters während des Tages. Das Pferd 6—7mal, am häufigsten Hunde. Voit fänd im Tagesurin eines 35 Kilo schweren Hundes 0·79 Gr. Kreatin und Kreatinin ausgeschieden; bei 500 Gr. Fleischnahrung erhob sich die Menge derselben auf 2—5: bei 1500 Gr. aber auf 5·5 Gr.

Neubauer fand die Menge Kreatinins im Menschenharne mit 0·85—1·12 Gr.; hingegen beträgt die Menge des Kreatins nach Voit blos 0·5 Gr.

Structur der Harnwege und Ausscheidung des Harnes.

Der sich in den Nierenbecken ansammelnde Harn kommt von hier durch die Harnleiter (Ureter) in die Blase, und gelangt von hier durch die Harnröhre ins Freie.

Die beiden Harnleiter werden durch lange Röhren gebildet, deren Wandungen bezüglich ihrer histologischen Structur derjenigen der Blase gleichen.

Die Schleimhaut der Blase zeigt zahlreiche Falten, welche durch eine dreifache Schichte von Epithelien bekleidet werden. Die oberste Schichte wird durch grosse, flache Pflasterepithelien, die mittlere durch Cylinderzellen, die unterste durch sogen. Er-

satzzellen gebildet. Darunter liegt eine, mit elastischen Fasern und glatten Muskelelementen durchzogene Bindegewebschichte. Die darauf folgende Schichte der Blasenwandung wird durch zwei Lagen glatter Muskelfasern dargestellt, zu welchen sich am Blasenhalse noch quergestreifte Elemente als sogen. Blasenschliessmuskel (Sphincteren) gesellen. Ausserdem münden am Blasenhalse noch Schleim secernirende Drüsen. Die Nerven der Blase sind mit kleinen Ganglien versehen, ihre Aeste versorgen die Muskelfasern und verzweigen sich im Bindegewebe; ihre Endigungen sind bis nun unbekannt. In der Harnblase des Frosches werden die markhaltigen Nervenschlingen von gelbpigmentirten, mit Epithel umkleideten grossen Ganglienzellen (Jakubovitsch) umgeben.

Die Mucosa der Harnröhre ist gefaltet; und am Anfange mit mehrschichtigen Platten —, weiter mit kurzen Cylinderepithelien bekleidet; es münden in ihr die sogen. Littré'schen Schleimdrüsen. Das submucöse Bindegewebe besteht aus einem Netzwerke faserigen und elastischen Gewebes. Darunter liegt die doppelte Muskellage, nach innen als Ring-, nach aussen als Längsfasernschichte. Beide sind durch schrägverlaufende Muskelbündel miteinander verbunden.

Die Ureteren münden in kurzem Verlaufe schräg zwischen den Muskelfasern unter der Schleimhaut in die Blasenhöhle, wesshalb bei Füllung der Blase, wenn die Muskulatur auf die Ureterenmündung einen Druck ausübt der Harn nicht zu den Nieren zurückstauen kann, sondern nach Erschlaffung der Blasenschliessmuskeln durch die Harnröhre nach aussen entleert wird.

Vergleichende Angaben.

Die Nieren der Säugethiere bestehen häufig aus mehreren Lappen (Reniculi) (Seehund, Delphin, Rind).

Bei den Wirbelthieren (mit Ausnahme der Knochenfische) sind häufig die Harn- und Geschlechtswerkzeuge vereinigt, während im ersten Embryonalstadium die als Excretionsorgan wirkende „Urniere" (Wolff'scher Körper) bei den Fischen und Amphibien durch's ganze Leben persistirt (Gegenbaur). Bei den Myxinoiden (Cyclostomen) findet sich die einfachste Vorbildung der Niere, und besteht aus zu beiden Seiten verlaufenden langen Ureteren, an welchen an kurzen Stielen befestigte, mit Gefässknäueln versehene Kapseln aufsitzen. Beide Ureteren münden in den Porus genitalis. Bei den übrigen Fischen bilden die Nieren langgestreckte, zu beiden Seiten der Wirbelsäule belegene Massen, beide Ureteren übergehen in die Harnröhre, welche hinter dem After, oft mit dem Porus genitalis vereint, oder hinter diesem ausmündet; beim Stöhr und dem Hai gehen beide zusammen in die Cloake. An den Harnwerkzeugen einzelner Fische kommen ferner blasenförmige Gebilde vor, welche jedoch der Harnblase im Sinne derjenigen der Säugethiere nicht entsprechen; man findet sie entweder an den Ureteren (Hai) oder an deren Vereinigungsstelle.

Bei den Amphibien communiciren die Vasa efferentia des Hodens mit den Harnröhrchen; der eine Hodennierengang vereinigt sich mit dem der andern Seite in der Cloake (beim Frosche), hingegen mündet die weite Blase durch die vordere Wand der Cloake in diese selbst.

Die Niere der Reptilien ist ein längliches, flaches Organ; die Ureteren münden gesondert in die Cloake. Eidechsen und Schildkröten haben eine in die vordere Cloakenwand mündende Harnblase.

Bei den Vögeln verlaufen die gesonderten Ureteren in den in die Cloake führenden Sinus urogenitalis; eine Harnblase kommt ihnen nicht zu.

Unter den Wirbellosen zeigen die Mollusken kanalartige Harnorgane, welche eine äussere und eine — mit der Körperhöhle communicirende — innere Oeffnung besitzen (und oft als Eileiter) fungiren).

Bei den Muscheln ist dieser Kanal schwammartig, und mit den — an der Basis der Kiemen gelegenen und secernirenden — Flimmerzellen zu einem Organ (dem Bojanus'schen Körper) umgewandelt, welches dann in eine geräumige centrale Höhle führt. Der innere (flimmernde) Ausführungsgang mündet in den pericardialen Raum; der äussere (häufig mit dem Porus genitalis vereint) an der Körperoberfläche. — In diesem, einzig in seiner Analogie dastehenden, und häufig contractilen Organe wurde Harnsäure nachgewiesen. Das Organ scheidet nicht allein Wasser aus dem Blute aus, sondern nimmt solches auch für dasselbe von aussen auf.

Die Cephalopoden besitzen schlauchartige, sich in die Mantelhöhle erschliessende, drüsige, an den Gefässstämmen der Kiemen gelegene Excretionsorgane.

Die Insecten, Arachniden und Myriapoden sind mit sogen. Malpighi'schen tubulösen Gefässen ausgestattet, von denen angenommen wird, dass ein Theil derselben Galle, der andere Theil Harn ausscheidet. Andere vertreten die Ansicht, dass durch diese Organe blos Galle, wieder Andere, dass durch diese blos Harn secernirt wird. Leydig schloss aus dem Umstande, dass die oberen gelb, also Galle; die unteren weiss gefärbt, also Harn secernirend sind, somit doppelte Function besitzen. Gestützt wird diese Annahme durch den (auch vom Verfasser) gelieferten Nachweis der in denselben vorfindlichen harnsauren Kristalle. Verfasser hat übrigens auf vergleichend anatomischer, histologischer und chemischer Grundlage constatirt, dass die oberen gelben Gefässe im obern Verdauungstracte, die unteren weisslichen aber im Mastdarme münden, und dass jene Galle, diese aber Harn liefern. Durch Injection und spontane Resorption von Ueberosmiumsäure in die Malpighi'schen Gefässe (eine eingefangene Fliege wurde mit der Afteröffnung so lange in 1%ige Ueberosmiumsäure gehalten, bis sie umkam, dann in Glycerin gelegt und darauf der Verdauungstract mit den communicirenden Gefässen in gewohnter Weise präparirt und isolirt) gelang dem Verfasser der Nachweis dieser Communicationen auf das Bestimmteste.

Den bei den Krebsen blind endigenden und mit dem Verdauungskanale in Verbindung stehenden Kanälen fällt wahrscheinlich die gleiche Aufgabe zu.

Bei den Plattwürmern bilden langgestreckte Röhren die Excretionsorgane; die Bandwürmer besitzen deren, die ganze Gliederkette durchlaufende zwei.

Bei den Trematoden (Distoma) mündet das verzweigte Organ an dem hintern Ende des Körpers. Bei den meisten Rundwürmern sind die Ausscheidungsorgane gleichfalls röhrenförmig und münden vereint in der Bauchlinie.

Die Annulaten besitzen beinahe in jedem Körpergliede paarige Kanäle, welche in der Bauchhöhle als ein flimmerzelliger Raum beginnen und an der Bauchgegend des Körpers auslaufen.

Bei den Seeigeln, Stellaten und Medusen ist das Wassergefässsystem zugleich auch Excretionsorgan. Dieselbe Rolle kommt den wasserführenden Zellgängen der Schwämme zu.

VII. Abtheilung.

Bilanz des Stoffwechsels.

Die bisher abgehandelten Abschnitte der speziellen Physiologie — in ihrer Gesammtheit als Physiologie des Stoffwechsels zu bezeichnen — umfassen die Lehre der Physiologie der Ernährung (im engern Sinne), Athmung, Blut- und Lymphecirculation, Blutbildung, Milch-, Talg-, Schweisssecretion, und Harnausscheidung. Es folgt hierauf die vergleichende Betrachtung des thierischen Haushaltes, mit anderen Worten: die Aufstellung der Stoffwechselbilanz; aus welcher ersichtlich wird, wie viel der Organismus aufnimmt und abgibt, ob in demselben eine Ablagerung stattfindet oder derselbe minder wird, wie auch zu wessen Lasten der gelegentliche Verlust zu setzen sei.

Gibt der Organismus ebensoviel ab, als er einnimmt, so ist das Gleichgewicht vorhanden, der Thierkörper bleibt intact, das Körpergewicht unverändert. Ueberwiegt hingegen die Ausgabe, so verliert das Thier oder der Mensch, das eigene Gewebe des Körpers verbrauchend an Körpergewicht (Capitalverlust). Wenn hingegen das Thier mehr einnimmt und dabei weniger abgibt, so muss sich im Körper ein Ueberschuss bilden, welcher zur Bildung von Knochen, Muskeln und anderen Geweben, oder aber zur Ablagerung von Fett verwendet wird, wodurch das Körpergewicht eine Steigerung erfährt (Arbeit mit Gewinn).

Die Stoffwechselbilanz des Menschen oder der Thiere wird durch das sogen. Stickstoffgleichgewicht ausgewiesen; zu welchem Zwecke der Stickstoffgehalt, die Kohlehydrate und Fette der menschlichen Nahrung oder des Futters genau bestimmt werden; daneben das Körpergewicht einer Controlle unterzogen, ferner die Ernährung durch eine genau bestimmte Menge von Nahrungsmitteln bewerkstelligt, während der Stickstoffgehalt aus den Fäces und der Harnstoff aus dem Harne genau ermittelt wird, insolange bis das Stickstoffgleichgewicht nicht hergestellt ist. Unter letzterem verstehen wir somit den Zustand, wenn im Darmkothe und Urine des Menschen oder Thieres ebensoviel Stickstoff vorhanden ist, als durch die Nahrung aufgenommen wurde.

Hat das Thier weniger Stickstoff entleert, als es mit der Nahrung aufnahm, und sich somit das Körpergewicht vergrössert, da die stickstoffhaltigen Substanzen mehr Gewebe bildeten; so muss das Thier solange mit weniger stickstoffhaltigen Substanzen ernährt werden, bis die ausgeschiedene Stickstoffmenge die eingenommenen deckt; umgekehrt die Nahrung bis zur Erlangung des Gleichgewichtes um so reicher an Stickstoff sein. Bleibt nun

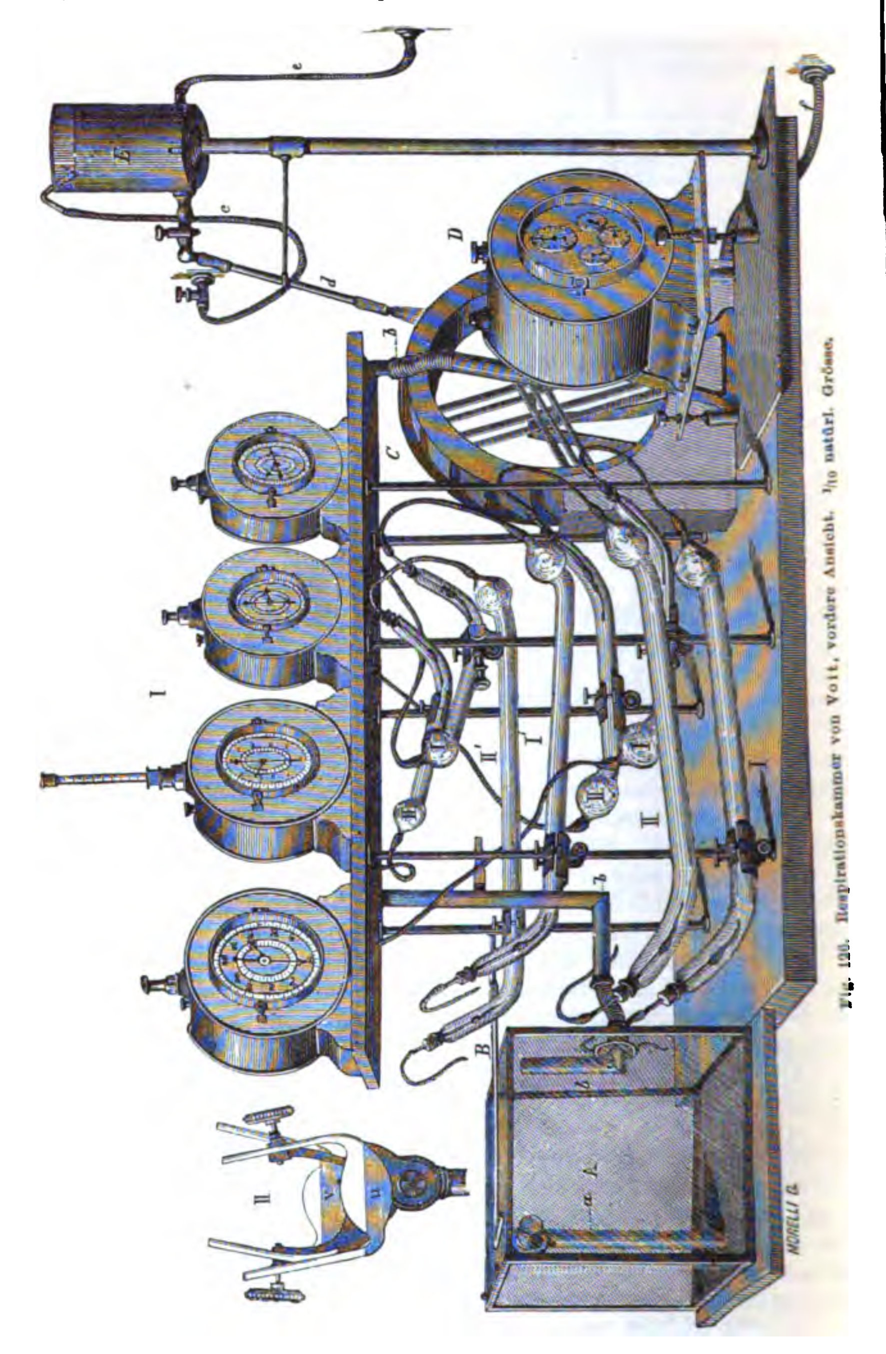


Fig. 120. Respirationskammer von Voit, vordere Ansicht. $^1/_{10}$ natürl. Grösse.

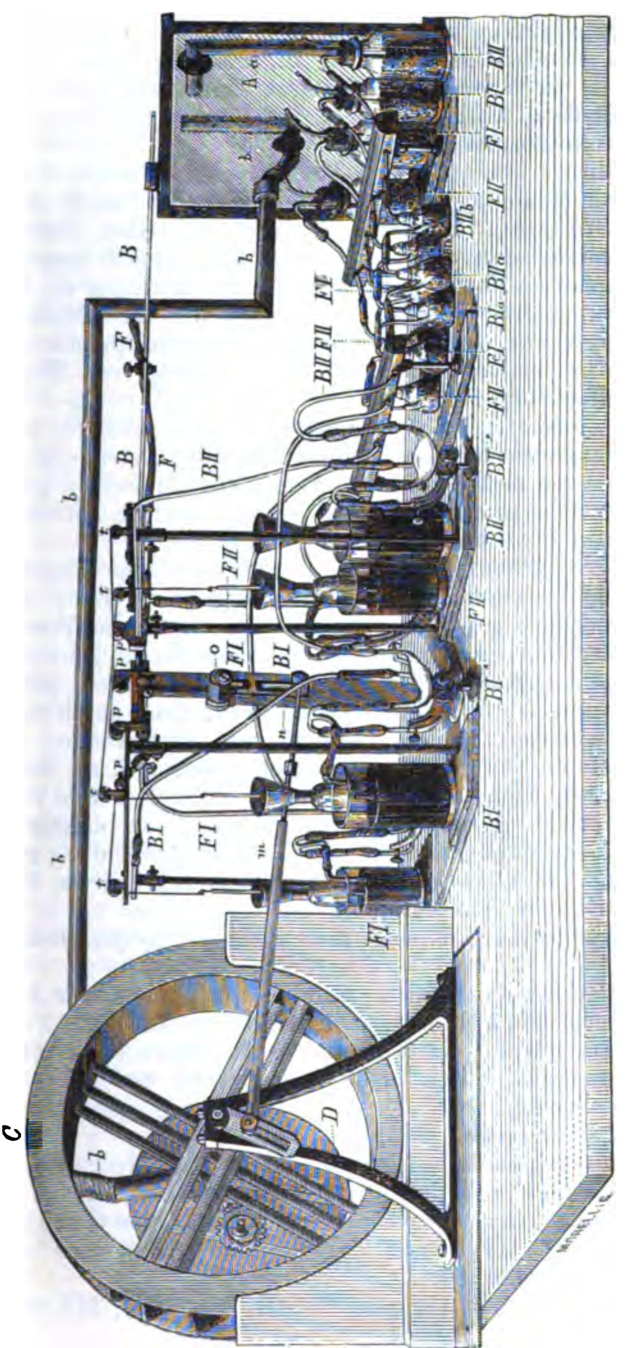


Fig. 127. Respirationskammer von Voit, hintere Ansicht. $^1/_{10}$ natürl. Grösse.

das Stickstoffgleichgewicht mehrere Tage hindurch constant, so kann das Ernährungsexperiment in Angriff genommen werden, um daraus die Gesetze der richtigen Ernährung oder Fütterung in den Stadien der Arbeit oder Ruhe oder bei Production gewisser Stoffe abzuleiten.

In dieser Richtung sind Versuche von Voit und Pettenkofer am Menschen, an Hunden und Vögeln; von Henneberg Kühn, Stohmann u. A. an Wiederkäuern (Rind, Kalb, Schaf) und Schweinen angestellt worden, aus welchen sich ergab, welche und wie geartete Nahrung der Mensch, ein Carnivore, ein Pflanzen- oder Körnerfresser benöthige, um entweder im Gleichgewichte erhalten zu bleiben, oder damit bei demselben eine grössere Fleisch- oder Fettproduction erzielt, oder der Ertrag von Wolle oder Milch gefördert werde.

Die diessbezügliche, wenngleich gröbere doch für practische Zwecke ausreichende Bestimmungsmethode besteht darin, dass das Thier vor dem Versuche, ebenso die, demselben gereichten Nahrungsmittel genau abgewogen werden, welche auf die bereits angeführten Bestandtheile genau geprüft sind.

Die fraglichen Substanzen werden aus dem aufgefangenen Harne und Darmkothe ermittelt, das Thier zu Ende des Versuches nochmals gewogen, und aus den erhaltenen Werthen die Stoffwechselbilanz gezogen. Auf dieselbe Weise kann auch das Haushaltsgleichgewicht des Thieres bestimmt werden, gibt jedoch keine so genauen Resultate als wenn man dazu durch einen Respirationsapparat die ausgeschiedene Kohlensäure und die Wasserdämpfe des Thieres bestimmt; indem diese Substanzen gleichfalls — nach den massgebenden Versuchen von Voit u. A. — in Betracht genommen werden müssen. Zu diesem Zwecke werden sogen. Respirationskammern in Anwendung gebracht; deren ein, für kleinere Thiere von Voit construirtes Exemplar die Fig. 126 und 127 darstellt.

Die Hauptbestandtheile einer solchen Respirationskammer sind:

1. Der aus Glas mit Metallrahmen versehene, zur Aufnahme des Versuchsthieres bestimmte Kasten (Fig. 126. *A*).

2. Aus einem, die Luft durch die Röhre (*b*) aspirirenden, und mittels des (durch einen Wasserstrahl der Röhre (*d*)) in Rotation versetzten Rades (*C*) in Bewegung gebrachten Ventilator (*D*) (Gasuhr);

3. aus 4 genau regulirten kleineren Gasuhren;

4. aus 4 Quecksilberpumpen (*F*I, *F*II, *B*I, *B*II) (s. Fig. 127 hintere Ansicht des Apparates) und aus ebensoviel Quecksilberventilen (*B*I* *B*II*) (auf der Zeichnung sind blos zwei mit Buchstaben bezeichnet).

5. Die Trockenkolben (*F*I, *F*II, *B*I*a*, *B*II*a*, *B*I*b*, BII*b* links

von der Mitte) und den Feuchtflaschen (*F*I, *F*II, *B*I, *B*II rechts).

6. Aus 6 kleineren und 6 grössern Glasröhren (I, I', I, I' u. II, II', II, II' auf Fig. 126), in welchen die in dieselben aus der Respirationskammer eingepresste Kohlensäure durch das darin befindliche Barytwasser absorbirt wird.

Der Apparat wird nunmehr auf folgende Weise in Thätigkeit gesetzt. Das Versuchsthier kommt in den Glaskasten (*A*). Die atmosphärische Luft dringt in diesen durch die Röhre (*a*) ein, die Ausathmungsluft wird durch das Rohr (*b*) herausgepumpt. Dieses Rohr ist sowohl innerhalb des Kastens als auch ausserhalb knieförmig abgebogen, und läuft in bestimmter Höhe unter den Tischchen der 4 kleinen Gasuhren weg in die, als Ventilator wirkende grosse Gasuhr mündend. Sobald nun die mit ruderförmigen Schaufeln in verschiedener Richtung versehene Achse des Ventilators durch das Wasserad (*C*) in Bewegung versetzt wird, wird die Luft aus dem Kasten (*A*) durch das Rohr (*b*) aspirirt werden. (Das zum Betriebe des Rades nöthige Wasser wird von einer Säule aus einem Gefässe (*E*) in der Höhe von 2 Metern durch das Rohr *d* auf das Rad gelassen.) Das Gefäss *E* wird mit dem Hahn einer Wasserleitung (*c*) in Verbindung gebracht. Die Röhre (*f*) dient dabei als Abflussrohr für das überschüssige Wasser (Fig. 126). Die wichtigsten Bestandtheile des Apparates (Buchstaben und deren Bedeutung gleich der vorhergehenden) sind an der hintern Ansicht (Fig. 127) besser auszunehmen. Hier finden sich die 4 Quersilberpumpen, (*F*I, *B*I, *F*II, *B*II) und die 4 Quecksilberventile (blos zwei mit Buchstaben bezeichnet (*B*I* *B*II*) mit folgender Aufgabe: An der Höhe von 4 senkrecht stehenden Metallsäulen sind an der Spitze mit horizontalen Armen um eine Axe drehbar die Rollen *tttt*, und die Spindeln *pppp* angebracht. An diesen sind Darmsaiten aufgespult, auf jenen die Enden der ersteren durchgebogen, so dass sie die in der Mitte der Quecksilberpumpen befindlichen und unten offenen, oben aber geschlossenen Glascylinder in dem Aussengefässe aufgehängt erhalten werden. An den umgekehrten mittleren Glascylindern der Quecksilberpumpen ist oben ein Metalltrichter angebracht, welcher auf der oben angeführten Darmsaite aufgehängt und mit Bleischrot gefüllt ist, damit nöthigenfalls der Glascylinder in das Quecksilber eintauchen könne. In das äussere Glasgefäss der Quecksilberpumpen sind U-förmig gebogene Glasröhren mittelst eingegossenem Wachse an den Boden festgeheftet, auf deren frei ausmündenden aufsteigenden Ast der mittlere, mit dem Trichter versehene Glascylinder gestülpt ist. Der andere Ast des U-förmigen Rohres ist mittelst eines Kautschukschlauches mit den erwähnten Quecksilberventilen in Verbindung. Die Ventile (*B*I* und *B*II*) in Fig. 126 II im vergrösserten Massstabe gezeichnet, be-

stehen aus doppeltkolbigen und doppelröhrenarmigen Glasgefässen; zwei derselben in einem elastischen Hälter gefasst, bilden ein Ventil, welches bei der geringsten Bewegung nach einer oder der anderen Seite oscilirt. Das eine führt das Gas zu (*v* = zuleitendes Ventil), das andere ab (*u* = abführendes Ventil). Wie aus der Zeichnung ersichtlich (Fig. 126 II) ist deren Kolben halb mit Quecksilber gefüllt, und werden dieselben derartig eingestellt, dass wenn das Instrument um seine Axe gedreht nach links fällt, das Quecksilber des Ventiles *u* den linken Glasarm abschliesst, wodurch in die damit verbundene Quecksilberpumpe keine Luft gelangen kann. Zur selbigen Zeit ist der linke Röhrenarm des zu leitenden Ventiles (*v*) offen, und strömt durch dasselbe die Luft in die Quecksilberpumpe. Bei einer Umdrehung nach rechts erfolgt das Gleiche in umgekehrter Ordnung. An dem Tische des Apparates ist ferner eine starke Metallsäule (*n*) angebracht, welche bei *o* ein bewegliches Gelenk besitzt, mittelst dessen das obere, über dem Gelenke befindliche Ende der Metallsäule — durch eine Verbindung (*m*) mit der Achse des Wassertriebrades — bei jeder Umdrehung nach rechts oder links abgelenkt wird. Neigt die Säule nach rechts ab, so werden — wie aus der Zeichnung leicht verständlich — die mittleren Trichter und Glascylinder der Quecksilberpumpen *F*I und *B*I in die Höhe gehoben, und aspiriren aus den mit ihnen in Verbindung stehenden, in der Weise, dass das gegen die Pumpe zu blickende Rohr geöffnet erscheint — bewegenden Ventilen Gas in sich. Gleichzeitig (bei Rechtsneigung der Säule) sinken die mit Trichtern versehenen Glascylinder der Quecksilberpumpen *F*II und *B*II herab, und wird die Luft aus ihnen durch die geöffneten, communicirenden Ventile in die gleich näher zu beschreibenden Apparate getrieben. Bei der nach links erfolgenden Neigung der Säule treten selbstredend die umgekehrten Verhältnisse ein.

Die mit *B*I und *B*II bezeichneten Pumpen saugen durch die correspondirenden Ventile atmosphärische Luft ein; die mit *F*I und *F*II bezeichneten führen durch die entsprechenden Ventile Luft aus der Respirationskammer zu den, mit Schwefelsäure angefeuchtetem Kiese gefüllten Kolben (*F*I, *F*II, *B*I*a*, *B*I*b* und *B*II*a*, *B*II*b*) zu dem Zwecke, damit die Gase von dem Wassergehalte befreit und dieser nach beendetem Versuche aus der Gewichtszunahme der Kolben bestimmt werden könne. Aus diesen Kolben werden die Gase in andere 4, mit Kies gefüllte und reinem Wasser angefeuchtete Flaschen (*F*I, *F*II, *B*I, *B*II rechts) geleitet, damit sie wieder mit Wasser gesättigt werden. Von hier aus wird mittelst an das freie Glasrohr der Flaschen angebrachten Kautschukschläuchen sowohl die atmosphärische, als auch die Luft aus der Respirationskammer in mit Barytwasser gefüllte,

je zwei kürzere und je zwei längere Glasröhren (Fig. 126 *I, II* und *I', II'*) geleitet, in denen die Kohlensäure absorbirt und in der Folge durch Titrirung bestimmt werden kann. Schliesslich wird sowohl die atmosphärische Luft, als auch diejenige aus der Respirationskammer aus 8, mit dem untern Ende der mit Barytwasser gefüllten, durch Kautschukschläuche verbundenen Glasröhren zu je zwei Gasuhren geführt, von wo sie — nach erfolgter Messung — entweicht.

Berechnung der Stoffwechselgleichungen.

Wie bereits angeführt, wird der Organismus aus Albuminaten, Fetten, anorganischen Substanzen und Wasser zusammengesetzt. Diese Bestandtheile wurden von Lawes und Gilbert für mehrere Thiere bestimmt; die Verhältnisse sind aus Nachstehendem ersichtlich:

	In 100 Theilen sind		Die Trocken-Substanz enthält		
	Trocken-substanz	Wasser	anorgan. Substanzen	Fett	Eiweiss
1. Gemästeter Ochse . .	51·4	48·6	4·1	31·9	15·0
2. Halbgemästet. Ochse	43·9	56·1	5·1	20·7	18·0
3. Gemästetes Schaf . .	53·8	46·2	2·9	37·9	13·1
4. Mageres Schaf	39·0	61·0	3·4	19·9	15·9
5. Gemästetes Schwein .	57·1	42·9	1·7	44·0	11·9
6. Mageres Schwein . .	41·8	58·2	2·8	24·6	14·1

Aus dem Vergleiche der Einnahmen und Ausgaben des Körpers können die Stoffwechselgleichungen aufgestellt werden, von welchen die Ernährungs- und Fütterungsmassregeln auf wissenschaftlicher Basis abgeleitet, und besonders die rationelle Fütterung zweckmässig und auf billige Weise festgestellt wird. Diesem Vorgange liegen die von Voit u. A. auf ausgeführten Untersuchungen beruhenden, folgenden Principien zu Grunde:

1) Jedes berücksichtigungswerthe Stickstoffquantum ist — die Milch und Wolle producirenden Thiere ausgenommen — im Darmkothe und dem Urine aufzufinden.

2) Das im Urin enthaltene Stickstoffquantum ist ein genügend genauer Werthmesser der Eiweisszersetzung im Organismus; aus der Differenz der in der Nahrung und in den Fäces enthaltenen Stickstoffmenge kann auf den Albuminansatz im Körper geschlossen werden.

3) Aus der Differenz des Kohlenstoffgehaltes (sowohl in den Einnahmen als Ausgaben) — die Ausscheidung durch die Haut und Lungen mitgerechnet, und den Kohlenstoffgehalt der Eiweisssubstanzen in Rechnung gebracht — können die im Fettgehalte des Körpers vor sich gehenden Veränderungen ausgerechnet werden; da im Organismus ausser dem Fette keine andere stickstofffreie Substanz in grösserer Menge vorfindlich ist.

4) Die Schwankungen des Wassergehaltes im Thiere können festgestellt werden, wenn man das lebende Gewicht (wir verstehen darunter das Gewicht des im Ganzen gewogenen lebenden Thieres) mit der Summe der zum Stoffwechsel benöthigten Werthe des Eiweiss, der Fette und des Wassers vergleicht.

Die Zusammensetzung des Eiweiss wird zur Berechnung der Stoffwechsel in der Regel in Folgendem angenommen:

Kohlenstoff . .	53·6 %	Oxygen . .	23·0 %
Hydrogen . . .	7·0 „	Schwefel . .	1·0 „
Stickstoff . . .	16·0 „		

Bei Berechnung des Eiweiss aus der Stickstoffmenge wird demnach als Factor 6·25 angesetzt. Die Fette enthalten im Mittel 76·50 % Kohlenstoff. Nun wird von der Differenz der Gesammteinnahme und -Ausgabe das, der zersetzten Eiweissmenge entsprechende Kohlenstoffquantum abgezogen und durch Multiplication des Restes mit dem Factor von 1·307 die im Organismus angesetzte oder verbrauchte Menge ausgerechnet.

Die Menge der anorganischen Substanzen berechnet man durch Bestimmung derselben in der Nahrung und im Urin und Darmkothe. Die Bestimmung des Wassers ist oben angeführt.

Nachstehendes Beispiel — nach Untersuchungen von Henneberg — diene zur Illustration der Berechnungsart.

Henneberg fütterte einen 712·5 Kilogr. schweren Ochsen durch 28 Tage täglich mit 5 Kilogr. Kleeheu, 6 Kilogr. Haferheu, 3·7 Kilo Bohnenschrott, 0·06 Kilogr. Kochsalz und 56·1 Kilogr. Wasser. Das Körpergewicht des Thieres nahm dabei täglich um 1·035 Kilogr. zu. Die Analyse des Futters, des Harnes und des Darmkothes, ebenso die mittelst Pettenkofer-schem Respirationsapparat bestimmte Kohlensäureausscheidung, als auch das aus den Därmen entstammende Kohlenwasserstoffgas ergab nachstehende Werthe:

I. Einnahme täglich	Wasser	Mineral. Bestandtheile	Kohlenstoff	Hydrogen	Nitrogen	Oxygen	Bemerkung
In 70·875 Kgr. Nahrungsmittel	58·200	0·890	5·825	7·500	0·310	4·900	Ausserdem wurden täglich 9·5035 Kgr. Wasser, als Schweiss u. Wasserdämpfe durch die Haut und Lungen ausgeschieden.
II. Ausgabe täglich							
In 40·65 Kgr. Fäces . . .	35·075	0·575	2·585	0·310	0·105	2·00	
„ 13·9 „ Harn . . .	13·075	0·305	0·22	0.025	0·170	0·105	
„ 9·795 „ Kohlensäure .	—	—	2·67	—	—	7·125	
„ 0·03 „ Kohlenwasserstoff	—	—	0·02	0·01	—	—	
Summe: 64·375 Kilogramm	48·150	0·880	5·495	0·345	0·275	0·230	

Der tägliche Ansatz im Körper betrug demnach:

Wasser	Mineral. Bestandtheile	Kohlenstoff	Hydrogen	Nitrogen	Oxygen
0·525	0·010	0·330	0·050	0·035	0·850

Die angeführten Zahlen aber entsprechen der täglich angesetzten Menge von:

0·220 Kilogr.	Eiweiss	0·010 Kilogr.	Salzen
0·280 „	Fett und	0·525 „	Wasser.

Stoffwechsel im Zustande des Hungerns.

Bei hungernden Thieren wird der Organismus stetig abgenützt, ohne dass die verbrauchten Gewebsbestandtheile durch von Aussen eingebrachte und umgewandelte Nahrungsstoffe ersetzt würden. Nach den Untersuchungs-Ergebnissen von Pettenkofer und Voit, ebenso von Bidder und Schmidt erfolgt beim Thiere selbst bei — bis zum Absterben ausgedehntem — Hungern

(Fasten) sowohl Fett-, als auch Albuminzersetzung. Diess kann nur dadurch zu Stande kommen, wenn das Thier die Gewebe seines eigenen Organismus verbrennt. Selbstverständlich muss dabei das Körpergewicht eines fastenden Thieres stets kleiner werden, so dass das Thier stetig abmagernd, endlich zu Grunde geht.

Nach Falk's Zusammenstellung verlor ein 1012 Gr. schwerer Hund während eines 14tägigen Fastens täglich an Gewicht:

Am 1. Fasttage	82 Gr.	Am 8. Fasttage	25 Gr.
„ 2. „	44 „	„ 9. „	26 „
„ 3. „	38 „	„ 10. „	26 „
„ 4. „	40 „	„ 11. „	22 „
„ 5. „	32 „	„ 12. „	23 „
„ 6. „	27 „	„ 13. „	21 „
„ 7. „	31 „	„ 14. „	19 „

Man ersieht hieraus, dass der Gewichtsverlust des Thieres während des Fastens kein gleichmässiger, sondern in den ersten Fasttagen am beträchtlichsten ist. Auch hat sich aus diesen Experimenten herausgestellt, dass junge Thiere durch Fasten mehr heruntergebracht werden, als ältere; und dass sie einen um so grössern Gewichtsverlust aufweisen, je jünger sie sind. Nach ferneren Untersuchungen von Falk gehen Vögel später, also nach grösserm Körpergewichtsverluste zu Grunde, als Säugethiere; Warmblüter verlieren etwa 40 % des Körpergewichtes (Hunde durchschnittlich 47·47 %), bevor sie absterben.

Wie bereits bei der Physiologie der Ernährung ausgeführt wurde, vertragen Thiere das Fasten verschieden lange, und gehen in verschiedenen Zeiträumen an Hunger zu Grunde. Wir verweisen an dieser Stelle ebenfalls auf die Untersuchungs-Resultate von Voit, in Rücksicht des Gewichtsverlustes einzelner Organe des Körpers.

Auffallend ist ferner der Umstand, dass die Thiere bei vollkommenem Fasten Albumin verbrauchen, und zwar zersetzen und oxydiren sie die Albumine der eigenen Gewebe; es erfolgt — wie aus den Bestimmungen des Harnstoffgehaltes im Urin erhellt — in den ersten Tagen ein bedeutenderer Albuminverbrauch, als in den späteren. Voit nahm aus diesem Grunde an, dass die Thiere einen bestimmten Albuminvorrath (Reserve) besitzen, welcher bei Zufuhr von Albuminen sich rasch vermehrt, aber auch rasch zersetzt werden kann; daneben findet sich das Organ-Albumin in grösserer Menge in den Geweben, welches in geringerm Maassstabe zerfällt, als das erstere. Wird das Reserve-Albumin aufgebraucht, so beginnt der Verbrauch vom Organ-Albumin.

Pflanzenfresser besitzen weniger Reserve-Albumin, als Fleischfresser, auch wird das Organ-Albumin bei jenen weniger zersetzt. So beobachtete Grouven, dass ein Ochs täglich 1·27 Kilogr.

Albumin zersetzt, während der Verbrauch eines Carnivoren das Doppelte beträgt.

Fettzufuhr erspart — wie dies Voit an Hunden constatirte — Albumin. Wassereinnahme ist auf den Albuminverbrauch von grossem Einflusse. So befördert die Aufnahme grösserer Mengen Wassers die Ausscheidung des Harnstoffes (Bidder, Schmidt und Voit), was auf eine Steigerung des Albuminverbrauches hinweist.

Werden Thieren die Salze entzogen, so tritt Abgeschlagenheit, Mattheit, Schwäche und Verdauungsstörungen ein; solche Thiere sterben in kürzester Frist ab (Forster, Kemmerich, Bunge, Weiske u. A.).

Stoffwechsel bei Nahrungszufuhr rein albuminhaltiger Substanzen.

Zum Studium dieser Frage erscheint nach Voit die Fütterung mit reinem Muskelfleische am zweckmässigsten, er empfiehlt für diese Experimente blos fleischfressende Thiere, besonders Hunde; wenngleich, wie Voit anführt, Forster und Kemmerich mit im heissen Wasser ausgelaugten Fleischmehle, Panum und Heiberg mit reinem Kleber zu ähnlichen Resultaten gelangten.

Im Vergleiche mit dem Stoffwechsel beim Fasten tritt bei reiner Fett- oder Kohlehydrate-Kost eine sehr bedeutende Aenderung im Albuminverbrauche ein. Das Gleiche erfolgt, wenn das Thier Arbeit leistet, oder unter anderer Einwirkung steht. Wird das Thier jedoch mit albuminhaltiger Nahrung gefüttert, so wird die Zersetzung der Albumine, richtiger der Stoffwechsel ein mehr intensiver. Die Zersetzung des grössten Theiles der mit den Nahrungsstoffen aufgenommenen Albumine findet nach der Resorption statt.

Ein mit reinen Albuminen gefütterter Hund Bischoff und Voit's, der im Hungerzustande täglich 12 Gr. Harnstoff entleerte, schied bei 2500 Gr. Fleischkost 184 Gr. Harnstoff aus; in diesem Falle war also die Albuminzersetzung eine 15fache.

Die Steigerung der Albuminzersetzung bei wachsender Albuminkost ersieht man deutlich aus der folgenden Tabelle (S. 453) von Voit:

Dass bei vermehrter Albuminzufuhr der Albuminumsatz gleichfalls zunimmt, ist auch für Herbivoren constatirt, und zwar für Wiederkäuer von Henneberg und Stohmann, Grouven, Schulze, Märcker und Weiske.

Aus den Untersuchungen von Voit stellte sich ferner heraus, dass der Körper mit der im Hungerzustande zersetzten Albuminmenge nicht ausreicht, sondern dass sich der Umsatz steigert, und schliesslich eine grössere Menge Albuminkost nöthig

Täglich verbrauchte Fleischmenge	Täglich ausgeschiedene Harnstoffmenge
176 Gramme	27 Gramme
300 „	32 „
480 „	35 „
500 „	40 „
600 „	49 „
800 „	56 „
900 „	68 „
1000 „	77 „
1500 „	128 „
1800 „	139 „
2000 „	144 „
2200 „	154 „
2500 „	173 „
2660 „	181 „

wird, damit der Albuminumsatz aufhöre, und zwar tritt dann das Gleichgewicht um so rascher ein, je mehr davon die neu zugeführte, für das Experiment bestimmte Nahrung enthält.

Wichtig erscheint ferner die durch Voit constatirte Thatsache: dass die Grösse der Eiweisszufuhr den Albuminumsatz nicht ausschliesslich bestimmt, sondern dass derselbe auch durch die Körpergrösse beeinflusst wird. So reichen z. B. 500 Gr. Fleisch für einen grossen Hund nicht aus, und er erleidet einen Eiweissverlust aus seinem Organismus; ein kleiner Hund hingegen kommt nicht nur mit dieser Menge aus, sondern deponirt noch Albumin in den Organismus.

Endlich ergaben die Untersuchungen von Bidder und Schmidt, hauptsächlich aber die von Pettenkofer und Voit, dass das den fleischfressenden Thieren zugeführte Eiweiss nicht allein den Albuminverlust deckt, sondern auch den Fettverbrauch zu hindern im Stande ist.

Es ist ein längstbekannter Erfahrungssatz, dass mit Hafer gefütterte Pferde grössere Arbeit zu leisten und mehr auszuhalten im Stande sind, als solche, die mit Heu allein gehalten werden. Daraus wurde geschlossen, dass die Quelle für Muskelarbeit in den Eiweisssubstanzen zu finden sei. Aus dem Vergleiche des Stoffwechsels ruhender und arbeitender Thiere stellte es sich jedoch heraus, dass selbst bei grösster Muskelthätigkeit der Eiweissumsatz nicht, oder kaum merklich alterirt wurde, dafür aber dass die Kohlensäure- und Wasserausscheidung, als auch die Sauerstoffaufnahme und die Wärmebildung zugenommen hatten. Es werden somit durch die stickstofflosen Substanzen die Muskelkraftquellen dargestellt (Traube, Voit, Fick und Wislicenus). Nichtsdestoweniger ist als ausgemacht zu betrachten, dass der Mensch und das Thier bei reichlicher Eiweissnahrung arbeitsfähiger erscheint, als bei reichlicher Fette- und Kohlehydratenahrung und weniger Eiweissstoffen. In Uebereinstimmung mit Schmidt-Mülheim halten wir dies für eine bisher ungelöste Frage der Physiologie.

Bei Verabreichung von Leim wird ebenso wie bei Fett- und Kohlehydratnahrung (bei gleichzeitiger Darreichung von

Albuminen) Eiweiss erspart werden (Voit), und bewirkt Leim dies mehr, als die später anzuführenden Substanzen. Voit ersparte bei seinem grossen Hunde auf 168 Gr. trockenen Leim 84 Gr. trockenes Albumin (Fleisch).

Bei reiner Leimnahrung verliert der Körper blos wenig Albumin; bedeutend weniger, als beim Fasten, und noch weniger, als bei reichlichster Fettzufuhr. Reichliche Leimnahrung bewirkt eine grössere Ersparniss an Eiweiss, doch wird — wenn zu reichlichem Leim auch reichliches Fett verabreicht wird — durch den Körper stets Stickstoff, d. i. Eiweiss, ausgeschieden werden. Leim mit Fett versetzt, bringt einen grössern Abfall in der Eiweisszersetzung zu Stande, als Leim allein. Bei grösster Zufuhr von Leim, mit vielem Fette verabreicht (300 Gr. Leim auf 200 Gr. Fett), war im Experimente von Voit kein Stickstoffansatz aus dem Leime wahrnehmbar; woraus gefolgert werden kann, dass das Eiweiss an der Zersetzung durch Leim nicht gehindert, jedoch durch dieses zum grössten Theile ersetzt werden kann, wenn der Organismus zum Zwecke der Fleisch- (eigentlich Eiweiss-) Erhaltung neben dem Leime auch Albumin aufnimmt. Ernährung mit leimgebenden Geweben übt auf den Eiweissumsatz die gleiche Wirkung aus; wie dies Etzinger bei Knochen-, Knorpel- und Sehnen- und Voit bei Osseïn-Fütterung constatirten.

Bei Leimnahrung wird schliesslich ein Theil des Fettes vor Zersetzung bewahrt (Pettenkofer und Voit). Reichliche Einnahme von zum Fleisch verabreichten Leim wird wahrscheinlich auf Kosten der Eiweisssubstanzen einen Fettansatz zu Wege bringen.

Stoffwechsel bei ausschliesslicher Fettnahrung.

Bemerkenswerth ist die Thatsache, dass beim Hunde nach reichlichster Fettzufuhr die Eiweissabgabe aus dem Organismus nicht aufhört, sondern beinahe unverändert fortbesteht, und dass bei zu reichlicher Fettnahrung sich der Albuminumsatz zu steigern vermag. Die Thiere müssen demnach bei ausschliesslicher Fettnahrung zu Grunde gehen.

Voit stellte diesbezüglich an einem 35 Kilogr. schweren Hunde Versuche an. Das Thier setzte bei absolutem Hungern täglich 170 Gr. Körpereiweiss um und wurde dann auf ausschliessliches Fettfutter gesetzt. Das Resultat des Experimentes ist aus nachstehender Tabelle ersichtlich:

Versuchsdauer	Fettaufnahme	Abfall an Fleisch
10 Tage	100 Gramme	185 Gramme
4 „	200 „	155 „
3 „	300 „	187 „

Daraus folgt nun, dass selbst grosse Fettzufuhr den Eiweissverfall nicht aufzuhalten vermag.

Pettenkofer und Voit dehnten den Versuch ferner dahin aus, nachzuforschen, wie sich der Fettverlust und die Sauerstoffaufnahme bei reiner Fettnahrung verhalten.

Der Versuch wurde an einem Hunde angestellt, der vorher bei 1500 Gr. Fleischnahrung im Gleichgewichte erhalten wurde, und der dann durch 10 Tage mit 100 Gr. Fett und Wasser gefüttert wurde. Am 8. Tage wurde der gesammte Gasaustausch mittelst Respirationsapparates bestimmt. Das Resultat ist aus folgender Tabelle zu entnehmen:

Datum	Körpergewicht	Wasseraufnahme	Harn	Harnstoff	Abfall an Fleisch
25. März	31·390	155	302	27·2	386
26. „	31·020	93	199	16·3	236
27. „	30·430	200	173	14·1	207
28. „	30·250	297	157	12·9	190
29. „	30·110	347	155	12·4	183
30. „	29·820	120	138	10·8	161
1. April	29·510	214	139	10·7	159
2. „	29·422	253	240	11·2	167
3. „	29·220	158	157	8·6	131
4. „	29·020	—	—	—	—

Durch Fettzufuhr wird die Fettzersetzung nicht geändert.

Der Versuchshund von Pettenkofer und Voit erhielt täglich im Durchschnitte 96 Gr. Fett; bei einem Verbrauche von 100 Gr. Fett oxydirte er durchschnittlich 97 Gr., d. h. es wurde durch das aus dem Darme in mittlerer Menge resorbirte Fett der im Körper stattfindende Fettverbrauch nicht alterirt, der Fettverlust jedoch aufgehoben. Nimmt man die Stickstoff- und Fettausscheidung im Darmkothe in Anbetracht, so ist der Fleisch- und Fettumsatz im Körper etwas geringer, als bei gänzlichem Fasten und demgemäss die Kohlensäure-Exspiration und der Sauerstoffverbrauch auch geringer. Pettenkofer und Voit fanden bei Fütterung mit 100 und 350 Gr. Fett Folgendes:

	100 Fett		350 Fett
	8. Tag	10. Tag	
Fleischverbrauch	159 (=38·3 Eisweiss)	131 (= 31·6 Eiweiss)	227 (= 54·7 Eiweiss)
Fettverbrauch	94	101	164 (=186 Fettansatz)
Kohlensäureabgabe	302	312	520
Wasser durch Respiration	223	216	—
Sauerstoffverbrauch	262	226	—

kleineren des Albumins wird im Organismus mehr Fett zersetzt. als bei geringer Fettnahrung. Darauf ist jedoch der Fettreichthum des Körpers, wie nicht minder die Summe der im Körper befindlichen Eiweissubstanzen, als auch die vom Organismus geleistete Arbeit vom Einflusse. Ein fettreicher Organismus wird unter gleichen Verhältnissen mehr Fett zersetzen, als ein magerer. Bei Arbeit kann das Fett in solchem Grade abnehmen, dass dies das Zehnfache der normalen Menge betragen kann. Aus den Eiweissstoffen kann und erfolgt auch in der That Fettbildung durch Spaltung. Pettenkofer und Voit nehmen an, dass 100 Gr. Albumin zumindest 36 Gr. Fett zu produciren im Stande seien. Je mehr das Albumin zersetzt und je mehr Fett sich durch Spaltung aus jenem ablagert, umsoweniger geht das Fett der Nahrungsstoffe zu Grunde. Bei reiner Eiweissernährung kann ebenfalls Fettansatz erfolgen (Pettenkofer und Voit). Andererseits bildet ein Theil der Nahrungsmittelfette das Fett der Gewebe; wie auch zahlreiche Experimente für die Bildung des Fettes aus den Kohlehydraten sprechen. Amylum und Zucker, von gleicher Atomzusammensetzung mit dem Fette, können demnach in Fett umgewandelt werden. Aus den Untersuchungen von Voit und neueren Forschern stellte sich jedoch heraus, dass, wenn auch der Einfluss der Kohlehydrate auf die Fettbildung nicht geleugnet werden kann, letztere nicht durch eine directe Umwandlung derselben in Fette erfolgt, sondern bei gleichzeitiger Verabreichung von Eiweiss, ein Theil des letzteren geschont und aus diesem Theile durch Spaltung Fett gebildet wird; die Versuche von Soxhlet, Schulze und neuestens Chamiewski (obgleich deren Angaben unserer Ansicht nach erst constatirt werden müssen), scheinen zu beweisen, dass die Kohlehydrate im Organismus direct in Fett umgewandelt werden können. Chamiewski ging, nach an Gänsen gemachten Untersuchungen gar so weit, zu behaupten, dass zur Mastung der Gänse ein weites Nährstoffverhältniss (1:6·5—7·5) der Futterstoffe das vortheilhafteste ist.

Stoffwechsel bei Verabreichung von Fleisch und Kohlehydraten.

Die Wirkung der mit Fleisch verabreichten Kohlehydrate kommt derjenigen der Fette gleich.

Die grösste Menge Kohlehydrate steigert den Fleischumsatz nicht; doch wird durch dieselben, geradeso wie durch die Fette. die Eiweisszersetzung hintangehalten. Sie sind für den Eiweissansatz jedoch vortheilhafter als die Fette, welche selbst in grösserm Quantum die Eiweisszersetzung nicht vermindern. Durch Verminderung des Eiweissumsatzes werden die Pflanzenfresser, die ohnehin viel Kohlehydrate mit der Nahrung zu sich nehmen.

leicht im Körper Albumin ansetzen; worauf ihre Wichtigkeit bei der Mastung beruht. Diese Verhältnisse werden durch Voit's Zusammenstellung klargelegt und zwar:

Nahrung		Fleischumsatz
Fleisch	N-freie	
500	250 F.	558
500	300 Z.	466
500	200 Z.	505
800	250 St.	745
800	200 F.	773
2000	200–300 St.	1792
2000	250 F..	1883

Das, durch die Kohlehydrate vor Umsatz bewahrte Quantum Albumin schwankte zwischen 5—15 % und betrug in Voit's Experimenten im Mittel 9 %. Die tägliche Eiweissersparniss bei einem 35 Kgr. schweren Hunde war im günstigsten Falle 199 Gr. Fleisch, also um etwas grösser, als bei Fleisch- und Fettnahrung.

Das Fett wirkt jedoch nicht constant als Albumin ersparend, sondern unter gewissen Umständen in gegentheiliger Weise, während die Kohlehydrate constant eiweisssparend sind. Die Wichtigkeit dieser Thatsache bei der Ernährung und Fütterung leuchtet leicht aus der Ursache ein, da die Kohlehydrate bedeutend wohlfeilere Nahrungstsoffe sind, als Fette. Nicht minder wichtig werden die Kohlehydrate endlich auch dadurch, dass sie — wie oben bemerkt — den Fettansatz beeinflussen.

Stoffwechsel der Pflanzenfresser.

Der Stoffwechsel der Pflanzenfresser unterscheidet sich in Vielem von demjenigen der Fleischfresser. Zuerst tritt als besonderer Unterschied zu Tage, dass Pflanzenfresser beim Fasten verhältnissmässig weniger Eiweiss umsetzen, als Fleischfresser. Voit's 35 Kgr. schwerer Hund setzte täglich 168 Gr. Körperfleisch um; nach dieser Berechnung müsste — die Gleichheit des Stoffwechsels bei Fleisch- und Pflanzenfressern angenommen — ein 500 Kgr. schwerer Ochse täglich 2400 Gr. Fleisch zersetzen. Nun stellt sich aber der Albuminabfall um ein Bedeutendes geringer. Grouven bestimmte den täglichen Eiweissabsatz 522—480 Kgr. schwerer fastender Ochsen mit blos 1270 Gr. Bei Thieren, welche bevor auf Mastfutter gesetzt waren, war der Eiweissumsatz noch niedriger. Ein weiterer, äusserst wichtiger Unterschied zwischen den Fleisch- und Pflanzenfressern besteht darin, dass letztere bei gleichzeitiger Kohlehydrat- und Fettnahrung bedeutend geringern Fleischabfall aufweisen, als die

Fleischfresser. Henneberg stellte diese Verhältnisse (nach Grouven) folgendermassen zusammen:

Tägliche Futtermenge		Körpergewicht in Kilogrammen	Stickstoff im Harn in Grammen	Fleischabsatz in Grammen
Stroh in Kilogrammen	Nebenfutter in Kilogrammen			
0	0	463	—	905
3·95	0	436	18·1	475
3·0	1·5 Rohrzucker . .	440	8·8	230
3·2	1·0 Traubenzucker .	459	12·8	335
2·8	2·25 Amylum . . .	437·5	14·2	320
2·5	1·0 Dextrin . . .	407·5	12·3	320
2·5	1·0 arabisch. Gummi	426·5	15·5	470
2·5	1·5 Stroh	437·5	14·4	380
2·5	1·1 Alkohol . . .	435	21·5	565

Bezüglich des Eiweissstoffwechsels existirt zwischen Fleisch- und Pflanzenfressern kein Unterschied. Bei reichlicherem Eiweissfutter wird auch der Eiweissumsatz ein grösserer. Henneberg und Stohmann bekamen nach Versuchen an ausgewachsenen Ochsen folgende Resultate:

Gewicht des Thieres	Menge des resorbirten Albumins	Menge des umgesetzten Albumins
533·5 Kilogr.	375 Gr.	220 Gr.
531·5 „	405 „	345 „
650·5 „	560 „	375 „
651 „	875 „	625 „
671 „	1875 „	1280 „

Sowohl bei regelmässiger Fütterung des Rindes, als auch in den Stadien des Fastens steigert sich bei einseitiger Vermehrung der N-freien Substanzen auch der Eiweissumsatz beträchtlich; hingegen wird der Eiweissansatz nur im geringen Maasse befördert. Dies wird aus der Versuchstabelle Henneberg's und Stohmann's dargelegt, und ist:

Menge des resorbirten Albumins	Menge der resorbirten N-freien Substanzen	Verhältniss der Nahrungsstoffe	Eiweissumsatz	Eiweissansatz
1300 Gr.	5920 Gr.	1 : 4·6	1070 Gr.	230 Gr.
1255 „	6505 „	1 : 5·2	915 „	340 „

Ein weiterer Unterschied zwischen dem Stoffwechsel der Pflanzen- und Fleischfresser besteht darin, dass bei jenen ein grösserer Zeitraum erforderlich ist, um eine, durch eine gewisse Fütterung zwischen Fleischabfall und Fleischansatz entstandene

Differenz auszugleichen. Ochsen verlieren nach 10—20tägiger mit demselben Futter erfolgter Fütterung ebensoviel Körpergewicht, als bei Beginn des Fütterungsversuches. Es tritt ferner nicht selten der Fall ein, dass ein und dasselbe Thier bei derselben Nahrung zu Ende der Versuchszeit mehr Fleisch ansetzt, als zu Anfang (Henneberg und Stohmann). Dasselbe wurde gleichfalls bei Kühen beobachtet (Kühn u. Fleischer). Schultze und Märcker stellten Versuche mit Schafen an, wobei es sich ergab, dass der Eiweissumsatz von der Eiweisszufuhr bestimmt wurde, was bei längerer Versuchsdauer für den Albuminansatz nicht massgebend ist. Bei einseitiger oder übermässiger Steigerung der N-haltigen Nahrungsstoffe wird der Eiweissumsatz constant vermindert und der Fleischansatz vermehrt. Es ist ferner erwiesen, dass rasches und ausgiebiges Vermehren der Albumine in der Fütterung mit grossen Verlusten einhergeht, und dass es in Rücksicht auf Fleischproduction vortheilhafter ist, wenn die Eiweisszufuhr langsam und stufenweise gesteigert wird. Bei gleich bleibender Fütterung nimmt der Fleischansatz langsam ab, und tritt das Gleichgewicht zwischen Einnahme und Ausgabe bei Schafen rascher ein, als beim Rinde.

Einfluss des Wassers und der Salze auf den Stoffwechsel.

Das Wasser ist eines der wichtigsten Nahrungsstoffe und auf den Stoffwechsel des Organismus von ausgiebigstem Einflusse. Falck spritzte — nach Bestimmung der stündlichen Harnmenge an Thieren — diesen ein gemessenes Quantum Wasser in den Magen, und nahm nun die Messung des auf dieses Quantum Wasser ausgeschiedenen Harnes vor. In keinem, der auf Stunden ausgedehnten Versuche, wurde die gesammte aufgenommene Wassermenge durch die Nieren entleert; zum Beweise, dass sie zu anderen Zwecken verbraucht wurde. Dabei stellte sich heraus, dass die in den ersten Versuchstunden gebildete Urinmenge gering ist, und sich erst nach Verlauf von 2, 3, 5—6 Stunden erheblich steigert.

Falck studirte ferner die Wirkung des in die Blutgefässe injicirten Wassers, wobei er fand, dass Thiere bei Einführung von $^1/_{10}$—$^1/_5$ des Körpergewichtes entsprechendem Wasserquantum absterben. Der Tod tritt infolge von Auflösung der Blutzellen mit hochgradiger Dyspnoë ein, während welcher die Thiere ersticken. Je kälter die Temperatur des Wassers, um so energischer ist die Wirkung.

Bischoff constatirte zuerst, dass bei grösserer Wasserzufuhr der Eiweissumsatz gesteigert und die Menge des ausgeschiedenen Harnstoffes vermehrt wird.

Genth bewies durch an sich selbst angestellte Versuche die Richtigkeit der Behauptung Bischoffs. Die nachstehende Zusammenstellung gibt die Mittelwerthe von 4—7 Beobachtungen:

Aufgenommene Flüssigkeit		Harnmenge		Harnstoff	
Getrunkenes Wasser	im Ganzen	Schwankungen	im Mittel	Schwankungen	im Mittel
—	1485	1050—1340	1252	36·8—44·1	40·2
2000	3485	2580—3600	3203	41·7—54·6	48·9
4000	5485	5200—5660	5474	48·6—58·3	54·3

Nach Voit muss jedoch — wenn anders die genaue Wirkung des Wassers nachgewiesen werden solle — der Organismus vor dem Versuche in Stickstoffgleichgewicht gebracht, oder bei einem nicht fettarmen Thiere solange zugewartet werden, bis die Stickstoffausscheidung eine gleichmässige wird; worauf erst zum Experiment geschritten werden kann. In, mit diesen Cautelen ausgeführten Experimenten konnte Vöit ebenfalls die angezogene Wirkung des Wassers nachweisen. So schied sein Hund im Hungerstadium 16·7 Gr. Harnstoff aus; wurden demselben 1957 Ccm. Wasser verabreicht, so stieg die Harnstoffmenge auf 21·3 Gr.; doch bemerkt Voit hiezu, dass dies nicht immer in dieser Weise erfolge; namentlich nicht, wenn das zugeführte Wasser den Wasserverlust bei Bewegungen des Körpers zu ersetzen berufen ist, so dass dann die Harnstoffausscheidung um 25 % anwuchs. J. Forster's Experimente ergaben ähnliche Resultate. Henneberg und Stohmann beobachteten an Wiederkäuern bei grösserer Wasserzufuhr gleichfalls erhöhten Eiweissumsatz; bei Ochsen war derselbe mehr als 7 %, bei milchenden Ziegen auch 14 %.

Aehnlich dem Wasser, sind die Wirkungen gewisser Salze und anderer — an dieser Stelle nicht weiter ausführbarer — Substanzen wie Glaubersalz u. s. f. Nach den Versuchen von Voit, Weiske u. A. wird durch die Salze der Eiweissumsatz vermehrt, dieser ist aber nicht beträchtlich und macht auch bei grossen Kochsalzmengen blos 4—5 % aus.

Einfluss der Temperatur, des Lichtes, der Nerven und der Blutentziehung auf den Stoffwechsel.

Schon Lavoisier und Séguin wussten, dass der Mensch im Hungerzustande und dem der Ruhe in warmer Atmosphäre weniger Oxygen aufnimmt, als in kalter. Die Differenz war hiebei keine geringe, denn während bei einer Temperatur von 32° C. blos 1210 Ccm. Oxygen stündlich aufgenommen wurden, steigt die Menge desselben bei 15° C. Luft bereits auf 1344 Ccm. Diese Angaben wurden seitdem mehrfach überprüft, wobei es sich erwiesen, dass die Wirkung auch mehrere Stunden nach

der Temperaturänderung fortdauere, zum Zeichen, dass diese Verhältnisse nicht auf der Wirkung des raschen Temperaturwechsels beruhen.

Sanders-Ezn unterbrachte Thiere in Behältern, deren Temperatur mit der Körpertemperatur gleichen Schritt hielt, worauf der Gasumtausch bei Temperaturschwankungen von 1—44° C. bestimmt und gefunden wurde, dass Körpertemperatur und Stoffwechsel sowohl bei Warmblütern als Kaltblütern dieselben blieben. Er beobachtete ferner, dass die Temperatur der Thiere mit derjenigen der Atmosphäre zunahm und bei deren Abfall sich verminderte, wobei sich für die Kohlensäureausscheidung und Temperatur der Warmblüter dasselbe Verhältniss herausstellte, wie man es früher blos für die Kaltblüter constatirt hatte; darin bestehend, dass mit dem Sinken der Körpertemperatur auch die Ausscheidung der Kohlensäure abfiel, hingegen bei Erhöhung der Körpereigenwärme anstieg. Dieses Verhalten ist somit grundverschieden von jenem, welches, im Besitze der Wärmeregulationsapparate befindliche Thiere bei Temperaturschwankungen der sie umgebenden Luft aufweisen.

Aus dem Angeführten folgt nun, dass Säugethiere, solange sie ihre Eigenwärme zu erhalten vermögen, in der Kälte mehr, in der Wärme weniger Kohlensäure ausscheiden; dass aber bei Aenderung der Körpertemperatur das Verhältniss insofern geändert wird, als sie bei der Abkühlung weniger, bei der Erwärmung anfänglich mehr, kurz vor dem Tode aber wieder weniger Kohlensäure produciren.

Pflüger hat ferner erwiesen, dass ohne Einwirkung von Hirn und Rückenmark, also bei unthätiger Wärmeregulation, der Stoffwechsel bei Säugethieren ebenso bei Kaltblütern umsogrösser ist, je höher die durch ein Bad regulirte Temperatur des Thieres wird; hingegen bei intactem Centralnervensystem und normaler Eigenwärme der Stoffwechsel in kalter Atmosphäre ein grösserer ist. Wird jedoch der Thierkörper wärmer (39.8—42.0 C.) oder kälter (20—30° C.), so tritt ein stärkere Wärmewirkung ein, als diejenige des Centralnervensystems, und der Stoffwechsel wächst bei höherer, und sinkt bei geringerer Eigenwärme. Colosanti, Dittmar und Finkler constatirten ähnlichermassen nach Pflüger das Wachsen des Stoffwechsels bei unveränderter Körpertemperatur und intacten Centralorganen in der Kälte. So nahm in den Versuchen von Dittmar und Finkler (bei Temperaturunterschieden von 3. 64. 26. und 21°) die Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure um 47%, die des Oxygens um 66% zu.

In wiefern der Stoffwechsel beim Winterschlafe infolge Abkühlung des Körpers sinkt, zeigen die an Murmelthieren angestellten Versuche von Regnault und Reiset, Valentin und Voit.

Bei diesen Thieren (das Rectum wies 10° C.) fiel die Kohlen-

säureausscheidung etwa auf 77 mal, die des Oxygens auf etwa 40 mal weniger, als im wachen Zustande. Aehnliche Resultate erzielte Herzog Carl Theodor bei Erhöhung oder Abkühlung der Körpertemperatur von Katzen.

Es wird angenommen, dass in diesen Fällen die Zersetzungsprocesse auf reflectorischen Nerveneinflüssen beruhen; und wurde von Einigen der diesbezügliche Nachweis mit Experimenten zu belegen versucht.

Auf dem Wege der Nerveneinwirkung beeinflusst das Licht gleichfalls den Stoffwechsel; wie dies zuerst von Moleschott an blinden Fröschen constatirt wurde, deren Stoffwechsel nicht mehr so energisch war, als von gesunden Thieren; eine den Züchtern bekannte Thatsache (Grüne Fenstergläser in manchen Mastställen). Platen fand an Kaninchen, deren Augen er abwechselnd mit weissen und schwarzen Gläsern bedeckte, dass die mit weissen Gläsern versehenen eine Zunahme der Kohlensäureausscheidung von 14 %, der Oxygenaufnahme von 16 % aufwiesen; im Vergleiche mit den anderen, mit schwarzen Gläsern versehenen Thieren.

Röhrig, Zuntz u. A. erklären den Nerveneinfluss auf diese Weise, dass die sensiblen Nerven der Haut durch die calorischen Empfindungen der Haut reflectorisch auf die Muskeln, oder eigentlich auf den Stoffwechsel derselben wirken. —

Auch sollen angeblich die verschiedenfarbigen Lichtstrahlen auf den Stoffwechsel verschiedenen Einfluss ausüben; doch sind hierüber noch keine bestimmten Resultate vorhanden.

Schliesslich muss noch die Blutentziehung als beeinflussender Factor des Stoffwechsels erwähnt werden.

Tolmatscheff fand, dass Thiere nach Blutentziehung fetter wurden. Der Eiweissumsatz in solchem Falle ist nicht unbedeutend. Ein Versuchshund, der zu diesem Zwecke täglich mit 500 Gr. Fleisch und 100 Gr. Speck ernährt wurde, aber 17.2 Gr. Stickstoff aufnahm, schied folgende Menge Harnstoff aus:

Versuchstage	Harnstoff in Grammen	Bemerkung
1	15·61	
2	15·00	
3	16·24	
4	16·02	
5	17·06	
6	17·13	
7	20·30	350 Ccm. Blutentziehung
8	20·08	
9	19·60	

Die Ursache dieser Wirkung ist unbekannt. Bauer fand bei sämmtlichen derartigen Versuchen eine vermehrte Wasser-

ausscheidung durch die Nieren. Dies hängt wahrscheinlich mit der vermehrten Harnstoffbildung zusammen, da aus zahlreichen Versuchen bekannt ist, dass Harnstoff eine harntreibende Substanz ist. Dass nach systematischen Aderlässen häufig hochgradiges Fettwerden eintritt, ist eine längstbekannte Thatsache. Blutarme Thiere findet man oft recht fett, und wird in manchen Gegenden die Mastung des Rindviehes durch zeitweilige Aderlässe gesteigert.

Gesetze für die Ernährung des Menschen und der Thiere.

Es tritt nunmehr — nach Erörterung sämmtlicher Abtheilungen des Stoffwechsels — an uns die Aufgabe heran, zu erklären: welche Nahrung und wie viel derselben, sowohl der Mensch als auch das Thier benöthige; und in welchem Verhältnisse die Nahrungsstoffe der einzelnen Nahrungsmittel und des Futters zu einander stehen sollen, damit der Organismus gehörig ernährt, seinen sämmtlichen Aufgaben gerecht werden könne.

Gesetze der Ernährung des Menschen.

Es wurde durch Versuche festgestellt, dass die Ernährung des Menschen dann die entsprechendste ist, wenn in der Nahrung derselben die bekannten Nahrungsstoffe derartig vertheilt sind, dass auf 1 Theil stickstoffhaltigen Nährstoffes 3·5—4·5 Theile stickstofffreier Nahrungssubstanzen entfallen. Dieses Verhältniss ist in vielen Nahrungsmitteln, bald in grösserem, bald in geringerem Maassstabe vorhanden; und mengt der Mensch dieselben je nach Geschmack und Zubereitungsart, oft auch nach Massgabe seines Instinkts in den Speisen, und zwar meistens nach den Gesetzen der Physiologie.

Diese Verhältnisse in Anbetracht gezogen, würde der Mensch sich mit reinem Fleische ebenso mangelhaft ernähren, als mit Kartoffeln allein. In jenem ist der Eiweissgehalt ein grosser, die Kohlenhydrate jedoch kaum vertreten, zudem im trockenen Fleische wenig Fett vorhanden; hingegen enthält die Kartoffel äusserst wenig Albumin, kein Fett, und neben dem vorhandenen Stärkemehle viel Wasser. Dies ist erfahrungsgemäss auch dem Volke bekannt, welches zu Fleischspeisen: Brod oder Kartoffeln, zu Hülsenfrüchten, Speck, zu Milch, Eiern oder Butter u. s. w.: blos Brod verzehrt.

Die tägliche absolute Nahrungsmenge für einen erwachsenen Menschen hängt von verschiedenen Factoren ab. Aus den Nahrungsmitteln baut sowohl Thier als Mensch seinen Organismus auf, producirt daneben Wärme und leistet auf Rechnung der in derselben enthaltenen und frei gewordenen lebendigen Kräfte so-

wohl Bewegung, als auch körperliche und geistige Arbeit. Daraus folgt der grössere Verbrauch von Nahrungsmitteln während der Arbeit als bei Ruhe; ebenso bei stärkerer Wärmeabgabe des Körpers, z. B. im Winter.

Zur Erhaltung eines Erwachsenen wird im Mittel täglich benöthigt: 130 Gr. Eiweiss, 84 Gr. Fett und 404 Gr. Kohlehydrate; das Wasser, die Nährsalze und der Sauerstoff ungerechnet.

Als Mittelwerthe dürfen die folgenden Zahlen, als Resultat zahlreicher Beobachtungen betrachtet werden:

Nahrungsstoffe in Grammen	Während der Ruhe nach Playfair	Bei mässiger Arbeitsleistung nach Moleschott	Bei angestrengter Arbeitsleistung nach Playfair
Albumine	70·87	130	155·92
Fette	28·35	84	70·87
Kohlehydrate	340·20	304	567·50

Fütterung der landwirthschaftlichen Nutzthiere.

Man unterscheidet mehrere Arten des Futters. Wir lehnen uns bei der Eintheilung desselben an Tormay an, und unterscheiden: 1. Erhaltungs-Futter; welches in lebend-erhaltendes, oder Fleisch-erhaltendes zerfällt; ferner: 2. vollständiges — und 3. Productionsfutter.

Als im Leben und Fleisch erhaltend wird für die Nutzthiere am besten ein Futter mit mittlerem Nährverhältnisse gewählt; in welchem sich alle die stickstoffhaltigen Substanzen zu den stickstofffreien verhalten wie 1 : 4—1 : 7. Futter mit engerem Nährverhältnisse*) z. B. 1 : 4 ist nie nothwendig, es würde dadurch der Stoffumsatz des Thieres überflüssiger Weise vermehrt und ein grösserer Verlust hervorgerufen werden, als bei Futter mit weitestem Nährverhältnisse.

Zu Productionsfutter wird solches gewählt, dessen Verhältniss zwischen 1 : 4 und 1 : 7 steht.

Futter von mittlerem Nährverhältnisse (1 : 4—1 : 7) entspricht der natürlichen Nahrung unserer Nutzthiere am meisten. Mittelgutes Wiesenheu zeigt ein Nährverhältniss von 1 : 5—1 : 7,

*) Unter Futter mit engerem und weiterem Nährverhältnisse verstehen wir das Verhältniss der stickstofffreien zu den stickstoffhältigen Substanzen. Im Vergleiche zu einem mittleren Verhältniss (1 : 4—1 : 7) wird als Futter mit engerem Verhältniss jenes betrachtet, in welchem mehr stickstoffhältige Substanz vorhanden ist, oder aber wo das Verhältniss zwischen beiden Gruppen der Nährstoffe ein kleineres, als das des Mittelverhältnisses ist. Als weiteres Verhältniss bezeichnet man dasjenige, wenn die stickstoffhältige Substanz geringer, oder das Quantum der stickstofffreien Substanzen ein beträchtlicheres ist.

und wird als normales Futter der Wiederkäuer betrachtet; wenngleich dieses nur als erhaltendes, und in geringerem Maasse als Productions-Futter angesehen werden kann; als Futter für rasche Fleisch-, Fett-, Milch- oder Arbeitsproduction kann es nicht gelten. Das gewöhnliche und gute Futter für Herbivoren ist Gras mit besserem Nährverhältnisse, etwa 1 : 4—6. Bei solchem Futter producirt die Kuh die meiste Milch, das junge Rind wächst am besten und Mastthiere setzen Fett an.

Mittelguter Klee zeigt ein Nährverhältniss wie 1 : 5—6 (vgl. Futtertabelle bei „Physiologie der Ernährung"). Es würde dieser somit ein besseres Futter darstellen, als Wiesenheu, doch hindert sein Rohfasergehalt und das grössere Volum desselben das Thier an der vollständigen Ausnützung; aus diesem Grunde wird dem Thiere mit dem Kleefutter noch sogen. Kraftfutter verabreicht. Junger, vor der Blüthe gemähter Klee zeigt ein Nährverhältniss wie 1 : 4, oft wie 1 : 3; ausschliessliche Verwendung desselben bedeutet Verschwendung theurer Albuminsubstanzen; man erreicht ganz dasselbe Resultat, wenn durch Zusatz von Häcksel oder Spreu u. s. w. das Nährverhältniss auf 1 : 5 ausgeweitet wird. Bei in Blüthe stehendem grünen Klee ist dieser Zusatz unnöthig; zweckmässig wird demselben leicht verdauliches Ersatzfutter zugemengt. Dasselbe gilt auch für den Luzerner-Klee.

In den Cerealien ist das Nährverhältniss im Mittel wie 1 : 5—7; in Gerste und besonders Mais (Kukuruz) weiter, als im Hafer, Roggen und Weizen. Dasselbe ist auch bei den Kleiearten der Fall (1 : 4—5); hingegen wird bei den Hülsenfrüchten, ferner dem Malzkeime, Biertträber und Branntweinschlämpe, welche sehr eiweisshaltig und ein Nährverhältniss von 1 : 3 zeigen, ferner im gewöhnlichen Rapskuchen das Verhältniss zu 1 : 1—2 eingeengt. Diese Futterarten sind nur unter ganz bestimmten Umständen und zur Erzielung bestimmter Zwecke geeignet; wenn man sie nämlich in kleinen Mengen und mit anderem stickstofffreien Haupt- oder Ersatzfutter verabreicht.

In der Milch stellt sich — das Fett derselben auf Amylum gleichwerthig gerechnet — ein mittleres Nährverhältniss dar, in welchem die stickstoffhaltigen Substanzen sich zu den stickstofffreien wie 1 : 4—5 verhalten. In der Milch von Carnivoren ist das Nährverhältniss enger, hingegen in Frauenmilch etwas weiter, als in der Kuhmilch.

Erhaltungsfutter des Rindes.

Diesbezüglich sind in den Versuchsstationen zu Wendee und Halle an Göttinger 4—6jährigen Ochsen Experimente angestellt worden, wobei beobachtet wurde, dass die Thiere durch längere Zeit im Aussehen und Körpergewichte gleich blieben,

wenn das Tagesfutter auf 1000 Kgr. lebendes Gewicht folgenderweise verabreicht wurde:

19·5 Kgr. Kleeheu.					
3·7 „	„	13·0 Kgr.	Haferstroh u.	0·6 Kgr.	Rapskuchen
2·6 „	„	14·2 „	„ „	0·5 „	„
3·2 „	„	13·3 „	Roggenstr. „	0·6 „	„
25·6 „	Rüben	12·6 „	Haferstroh „	1·0 „	„

Bei derartiger Fütterung verdaute und resorbirte das Thier auf 1000 Kgr. lebendes Körpergewicht (0·41—0·84) im Mittel 0·57 Kgr. Eiweiss und (7·04—7·77) im Mittel 7·4 Kgr. stickstofffreie Substanz; das Nährverhältniss war somit 1:13. Zu bemerken wäre hiebei, dass das Futter im Mittel 0·05 Kgr. Phosphorsäure, 0·1 Kgr. Kalk und 0·2 Kgr. Alkalien enthielt, welche Summe der festen Bestandtheile somit für das Tagesfutter eines ausgewachsenen Ochsen als die der Nährsalze genügt. Von Wasser waren täglich auf 1000 Kgr. lebendes Körpergewicht 52—64, im Mittel somit 55 Kgr. hinreichend.

Das Fett kommt bei Erhaltungs-Futter nicht in Betracht; im oben angeführten Futter wurde es mit 0·15—0·20 Kgr. angesetzt. Wolff hält aber als Erhaltungs-Futter für Ochsen ein etwas engeres Nährverhältniss (1:12, oder in welchem etwas mehr Eiweiss enthalten ist, als in dem Wendee'schen Futter) für richtiger.

Wolleproduction.

Es muss von vorneherein angenommen werden, dass das Quantum der Nahrungsstoffe im Erhaltungsfutter der Schafe im Vergleiche zum Körpergewichte ein grösseres sein müsse, als in demjenigen des Rindes, da zur Wolleproduction mehr Albuminsubstanzen erforderlich sind; dann aber auch das lebhaftere Temperament der Thiere, ihre grössere Beweglichkeit im Freien oder im Stalle den Verbrauch der Respirationsstoffe steigert. Auffällig ist es aber, dass Schafe verhältnissmässig kein grösseres Futterquantum erfordern, als von denselben thatsächlich consumirt wird. Eine Erklärung für diesen Umstand mag in der dicken Wollschichte gelegen sein, welche die Wärmeausstrahlung und vielleicht auch die Wasserverdunstung beschränkt, so dass die Thiere weniger wärmebildende und Respirationsstoffe benöthigen. Die mit weniger Wollhülle versehenen Ziegen benöthigen in der That weniger Futter, als die Schafe.

An 4 ½ jährigen Göttinger Hammeln (von 96 Kgr. Gewicht) angestellte Versuche ergaben, dass bei reiner Wiesenheufütterung solche auf 1000 Kgr. lebendes Gewicht (ausschliesslich der Wolle) davon täglich 26 Kgr. bedurften, und daraus 1·32 Kgr. Eiweiss und 10·53 Kgr. stickstofffreie Substanzen (mit 0.322 Kgr. Fett)

resorbirten. Wurde das Fett auf das Amylumäquivalent übertragen, so machten die resorbirten stickstofffreien Substanzen 11·38 Kgr. aus. Bei solchem Futter nahm das Gewicht der Thiere etwas zu und zwar wurden 0·181 Kgr. Albumin und 0.299 Kgr. Fett (auf 1000 Kgr. lebendes Gewicht) in den Organismus deponirt. Das Nährverhältniss im Erhaltungsfutter der Schafe ist somit 1:9·3. Dieselben Resultate fand Wolff (in Hohenheim) bei seinen diesbezüglichen Untersuchungen gleichfalls. Auf die Wolleproduction ist die Methode der Fütterung ebenfalls — doch nur bis zu einer bestimmten Grenze — von Einfluss. Es erhellte aus den zu Wendee und Hohenheim angestellten Versuchen, dass die Wollproduction durch geringen Abfall des Körpers (Abmagerung) nicht erheblich beeinträchtigt wird; doch besteht hiebei eine bestimmte Grenze, über welche hinaus das Thier bedeutend weniger Wolle bekommt. So betrug z. B. die tägliche Wolleproduction in einem Falle blos 0·237 % des Schurgewichtes gegenüber 0·292—0·306 % desjenigen bei guter Ernährung. Ferner stellte es sich heraus, dass durch Futter, welches als Erhaltungsfutter nicht vollkommen ausreichte, die Wolleproduction in jenen Fällen weniger beeinflusst wurde, wenn dieses verhältnissmässig reichlich stickstoffhaltig war; und ebenso, dass unter gleichen Verhältnissen ein stickstoffreicheres Futter für die Wolleproduction vortheilhafter ist, was durch die neueren Versuche mit Leimfütterung ebenfalls erwiesen wurde.

Fütterung der Arbeitsthiere.

Ueber diesen Gegenstand liegen sehr wenig genaue Untersuchungen vor, man ist diesbezüglich zumeist auf die praktischen Erfahrungen hingewiesen. Wolff construirte (1876) eine Zugmaschine, vor welche ein Pferd gespannt, und durch deren verschiedene Belastung die Zugkraft des Thieres gemessen werden konnte. Die Untersuchungen auf diesem Gebiete sind jedoch noch nicht abgeschlossen.

Arbeitsochsen benöthigen zur Ausführung mässiger Arbeit blos Erhaltungsfutter; zu gewöhnlicher Mittelarbeit muss das Futterquantum jedoch erheblich vermehrt und das Nährverhältniss eingeengt werden, und zwar muss das Albumin von 0·7 Kgr. auf 1·6 Kgr., die stickstofffreien Substanzen von 8.4 Kgr. zu mindest auf 12 Kgr. für 1000 Kgr. lebendes Gewicht erhoben werden. Das Nährverhältniss stellt sich hiebei auf 1:7.5. Diesem Zwecke entspricht reines Wiesenheu mittlerer Qualität, mit etwas Kraftfutter gemengt; oder Kleeheu mit Futterstroh oder aber Stroh mit Hackfrüchten und stickstoffhaltigen Nährstoffen, wobei die Summe der organischen Bestandtheile in diesem Falle etwa 24 Kgr. betragen soll. Bei schwerer Arbeit muss sowohl

Quantität als Qualität des Futters gebessert werden; vortheilhaft erscheint es, den Fettgehalt des Futters ebenfalls zu vermehren.

Die Eiweisssubstanzen müssen auf 2·4 Kgr., die stickstofffreien auf 14·4 Kgr. (Nährverhältniss 1:6) erhoben werden. Zweckmässig ist die Verabreichung von concentrirtem Albumin und fettreichem Ersatzfutter, so z. B. Oelkuchen mit Nebenfutter, wobei das verdauliche Fett etwa 0·5 Kgr. betragen soll.

Das Futter der Pferde besteht hauptsächlich aus Heu und Hafer, zu welchem ein geringes Quantum Strohhäcksel beigegeben wird. Bei Ruhe im Stalle benöthigt das Pferd keine reichliche Nahrung, während die Intensität des Fütterns bis zur reinen Haferverabreichung gesteigert werden muss, wenn an das Pferd aussergewöhnliche Anforderungen bezüglich der Leistungsfähigkeit gestellt werden. Bei gewöhnlicher Landwirthschaftsarbeit genügen für ein Pferd auf 1000 Kgr. Körpergewicht 1·8 Kgr. Eiweiss, 12·6 stickstofffreie Substanzen (Nährverhältniss 1:7) des täglichen Futters. Das im Pferdefutter enthaltene Fett (0·6 Kgr.) ist nicht unerheblich; bemerkenswerth ist auch, dass der Hafer unter den Cerealien sich durch grossen Fettgehalt auszeichnet.

Milchproduction.

Der Einfluss der Nahrung auf die Milchsecretion ist bereits (vgl. S. 418, 421) besprochen worden. Eiweissreiche Nahrung wirkt auf die Milchproduction vortheilhaft. Futter mit sehr weitem Nährverhältnisse ist weniger zweckdienlich, da das Albumin und Fett in den übrigen Körpertheilen abgelagert wird und keine reichliche Milchproduction erfolgt. Doch ist eine Fütterung mit sehr engem Nährverhältnisse ebensowenig entsprechend; es tritt hiebei die Gefahr ein, dass ein grösserer Theil vom eingeführten Eiweisse sich infolge der Oxydationsprocesse zersetzt und für die Milchproduction verloren geht. Gesteigerte Wasserzufuhr vermehrt das Milchquantum, ohne jedoch deren Qualität zu verändern.

Somit sind es die Eiweisssubstanzen, welche auf die höchste Milchproduction am meisten vom Einflusse sind. Reines Wiesenheu mittlerer Qualität reicht als Futter für constante und ausgiebigste Milchproduction nicht aus, was eben aus dem relativen Mangel an Eiweisssubstanzen herrührt; für diese Zwecke muss zu Wiesenheu oder zu Weide ausgezeichneter Qualität, oder aber zu entsprechend gemischtem Futter gegriffen werden.

Nach genauen Untersuchungen gibt Wolff an, dass im Futter für milchgebende Kühe das resorbirbare Eiweiss 2.5 Kgr., die stickstofffreien Substanzen aber 13·5 Kgr. auf 1000 Kgr.

lebendes Gewicht, somit das Nährverhältniss 1:5·4 betragen müsse. Resorbirbares Fett muss mit 0·4 Kgr. vertreten sein, die Gesammtmenge der organischen Bestandtheile aber 24 Kgr. ausmachen, was also dem Futter einer Kuh auf guter Weide entspricht. Als besonderer Factor auf die Milchproduction, wie nicht minder auf den Gesammtorganismus sind die Salze anzuführen. Aus den diesbezüglichen Untersuchungen stellt sich heraus, dass im Futter für Kühe mindestens 0·09 Kgr. Phosphorsäure, 0·13 Kgr. Kalk und 0.235 Kgr. Kali vorhanden sein müsse. Dies stellt sich für die Kuh in genügender Quantität im Heu mittlerer Qualität dar. Hingegen finden mit Stroh, Spreu und Wurzelgewächsen oder mit Branntweinschlämpe und Rübenpresslingen gefütterte Kühe in diesen Stoffen nicht genügend Kalk und Phosphorsäure vor, wesswegen es zweckdienlich erscheint Kalk in Gestalt von Schlemmkreide, oder durch einen mit Kalk präparirten Leckstein zuzuführen.

Kochsalz ist für das Kuhfutter unter den Salzen eines der wichtigsten Bestandtheile. Seine Bedeutung liegt in der grössern Fähigkeit für Wasseraufnahme und Erhöhung der Stoffwechsel-Intensität.

Mastung.

Zweck der Mastung ist: Vermehrung des Fettquantums der Thiere. Magere, fleisch- und fettarme Ochsen können nicht gleich gemästet, sie müssen zuvor besser auf Fleisch gebracht werden. Zu diesem Zwecke muss im Futter etwa durch 14 Tage lang täglich 2·5 Kgr. resorbirbares Eiweiss und 12·5 Kgr. stickstofffreie Substanz auf je 1000 Kgr. lebend Gewicht (also ein Nährverhältniss von 1:5) zugeführt, und nach dieser Vorbereitung kann dann zur eigentlichen Mastung geschritten werden. Man erhöht zuvor das Quantum der N-freien Stoffe im täglichen Futter, und zwar nach Wolf von 12·5 auf 16·25 Kgr. und wechselt dadurch das Nährverhältniss in 1:6·5 um. Dadurch soll angeblich bewirkt werden, dass die Strömung des circulirenden Eiweiss und dessen Zersetzung sich verringert, so dass aus diesem und dem durch die Nahrungsmittel eingeführten sich ein beträchtlicher Theil im Organismus ablagert; daneben das aus den Nahrungsmitteln resorbirte oder im Organismus aus den Albuminen gebildete Fett zum grössten Theile vor Oxydation bewahrt, und demnach in den entsprechenden Organen deponirt wird. Die Fettablagerung erfolgt nämlich leichter durch vorhergehende (präparative) Mastung an, im Fleische gebesserten, als in einem mageren, d. h. an Organeiweiss relativ ärmerm Thiere.

Sobald nunmehr — nach Verlauf eines Drittheiles der

Mastungszeit — viel Fett abgelagert ist, erscheint es zweckmässig, die Menge des Futtereiweiss etwa auf 3·0 Kgr. zu heben, so dass dadurch das Nährverhältniss des Gesammtfutters 1:5·5 beträgt, und reichlich Stoff zur Fettbildung zugeführt wird. Im zweiten und in dem letzten Mastungsstadium thut man gut daran, Fett dem Organismus zuzuführen, z. B. in Gestalt von Rapsöl, täglich etwa 0·5—1·0 Kgr.

Bezüglich des Futters der Mastthiere ist es nothwendig, dass solches wohlschmeckend sei, damit möglichst viel davon verbraucht werde, und wird dies durch Kochsalz sehr gefördert. Das Wasser hat im Mastfutter vom Rinde zu den Trockensubstanzen im Verhältnisse von 4—5:1, in demjenigen von Schafen wie 2—3:1 zu sein. Für Hammel hat es sich nach den in Wendee, Braunschweig, Dresden und Hohenheim angestellten Versuchen zweifellos erwiesen, dass zur Mastung derselben stickstoffhaltiges Futter als am meisten vortheilhaft erschien. Als ausgezeichnetes Mastfutter für diesen Zweck sei das Bohnenschrott angeführt, welches mit Wiesenheu (bei starken Hammeln bis auf 0·5 Kgr. pro Tag) verabreicht wird; im Uebrigen gelten auch für diese Thiere die bei der Mastung des Rindes angezogenen Grundregeln. Da jedoch Hammel bereits bei Beginn der Mastung gut im Fleisch zu sein pflegen, so kann die vorbereitende Besserung derselben wegfallen und man rascher vom N-freien Futter (Nährverhältniss 1:5·5) zu N-reichem (Nährverhältniss 1:4·5) übergehen.

Dabei ist zu beachten, dass das Mastfutter für Hammel nicht zu wasserreich sein darf, aus welchem Grunde reichliche Verabreichung von Schlempe oder Rübe bei Hammeln nicht denselben Effect hervorbringt, als beim Rinde. Das beste Mastungsresultat erzielt man bei Hammeln durch Fütterung mit gutem Wiesenheu und einer entsprechenden Menge von Schrott und Cerealienabfällen.

Hammel verarbeiten verhältnissmässig mehr trockenes Futter und können mit intensiverem genährt werden, als Rinder. Für beide ist es im Allgemeinen dienlicher, wenn sie anfänglich 18—20 Kgr. Mastfutter (auf 1000 Kgr. lebendes Gewicht) aufnehmen; als günstiges Resultat betrachtet man, wenn durch 1000 Kgr. Gesammtfutterquantum bei Hammeln eine Gewichtszunahme von 10—12 Kgr.; bei Rindern etwas mehr, erzielt wird.

In Bezug auf Einnahme und Wirkung des Futterquantums differiren die einzelnen Hammelrassen untereinander. So findet man bei den stärkeren Rassen, insbesondere den englischen Mast- oder Fleischhammeln grössere Mastungsfähigkeit, als bei den schwächeren, wenngleich dieselben das gleiche Alter und bei gleichen Verhältnissen gleiche Resorptionsfähigkeit besitzen. So wird der Southdownhammel leichter und rascher gemästet, als das Merinoschaf, die Rambouilet-Negrettirasse besser als

die reine Negrettirasse (nach Versuchen zu Wendee, Dresden und Proskau).

Ein und einhalb, bis dreijährige Hammel können am raschesten gemästet werden.

Bemerkenswerth ist noch der Umstand, dass das lebende Gewicht der Masthammel nach der Schur viel rascher zunimmt, als unmittelbar vor der Schur. Dies rührt daher, weil die Thiere nach der Schur gewöhnlich gesteigerten Appetit haben, daneben der Durst aber geringer ist; wodurch mehr Stoff in den Organismus abgelagert wird. In einigen Fällen, so unter anderen in Proskau, wurde jedoch diesbezüglich keine Veränderung wahrgenommen.

Bei Mastung des Borstenviehes kann das Nährverhältniss nach und nach ausgeweitet werden. Die Wirkung solchen Futters macht sich besonders zu Ende der Mastung bemerklich, indem dadurch der Speck fester und besserer Qualität wird, und die Thiere weniger leicht Erkrankungen ausgesetzt sind, als bei sehr N-reicher Fütterung.

Magere, gut ausgewachsene Schweine verbrauchen zu Anfang der Mastung sehr viel Nahrungsstoff, so dass sie bis über 40 Kgr. Trockensubstanz täglich auf 1000 Kgr. lebendes Körpergewicht vertragen; wobei das Körpergewicht sich rasch steigert. In späteren Stadien der Mastung benöthigen dieselben immer weniger, zum Schlusse aber kaum so viel, als gemästete Wiederkäuer.

Dieses tritt noch mehr zu Tage, wenn von der Milch abgesetzte Ferkel auf volles Mastfutter gesetzt werden; man kann solche im ersten Jahre bis auf 150 Kgr. lebendes Gewicht bringen. Thiere einer guten Mastrasse sind darnach mit 200 Kgr. Trockensubstanz eines guten Mastfutters auf eine Körpergewichtzunahme von 50 Kgr. zu bringen, und zwar steigen sie in den ersten Monaten von 150 Kgr. zu 200, in den späteren bis auf 250 Kgr., wie dies aus vielen genauen Untersuchungen erhellt. Aeltere Thiere, eigentliche Fettschweine — benöthigen zu gleicher Production eines grösseren, und zwar 250—300 Kgr. Trockensubstanzen enthaltenden Futterquantums.

Vortheilhaft ist es Schweinen, zur Erhaltung der Gesundheit — zum Futter Schlemmkreide (8—10 Gr. pro Kopf), oder ausgelaugte Holzasche beizumengen; da ihr Futter obzwar an Phosphorsäure reich, doch an Kalk arm ist.

Günstige Resultate sind mit verschiedenem, erfahrungsgemäss gutem Futter zu erreichen; Wolff bezeichnet das Gerstenschrott, den Mais und das Erbsenschrott, als vorzüglichstes Futter für Schweine. Letzteres kann mit gedämpften Kartoffeln gemengt werden und gibt gute Resultate; mindere erzielt man mit Haferschrott und Kleie.

Minderes Futter kann durch Beigabe von mässigen Mengen

Buttermilch oder Molke gebessert werden. Das leicht assimilirbare Fleischmehl scheint ebenfalls vortheilhaft zu sein, und eignet sich vorzüglich als Zusatz zu stickstoffarmen Nährstoffen.

In Ungarn speciell eignet sich zur Schweinemastung der in ganz ausgezeichneter Qualität reichlich vorhandene Mais (türkischer Weizen, Kukuruz).

VIII. Abtheilung.

Physiologie der thierischen Wärme.

Wärmequellen des thierischen Körpers.

Als hauptsächlichste Wärmequellen des Körpers nennen wir: Die Oxydation der Nahrungsstoffe. Der Kohlenstoff wird zur Kohlensäure, der Wasserstoff zu Wasser oxydirt und dadurch Wärme gebildet. Aus der athmosphärischen Luft stammt der hiezu nothwendige Sauerstoff her. Ausserdem wird Wärme auch noch durch Verbrennung (Oxydation) anorganischer Substanzen, — wenngleich in geringerem Maasse — gebildet; so wird z. B. der Schwefel zu Schwefelsäure, der Phosphor zu Phosphorsäure u. s. w. oxydirt.

Auf diese Wärmequelle verweisen viele Thatsachen, unter anderen auch diejenige, dass die Körperwärme der wenig Oxygen aufnehmenden (kaltblütigen) Thiere bedeutend geringer ist, als diejenige der mehr Oxygen verbrauchenden (warmblütigen). Doch kommen aus gleichen Gründen Unterschiede auch bei warmblütigen Thieren vor. Ein 1 Kgr. schweres Kaninchen nimmt in der Stunde 0·914 Gr. Oxygen auf und erwärmt seinen Körper im Mittel auf 38·0° C.; ein 1 Kgr. schweres Huhn verbraucht stündlich 1·186 Gr. Oxygen, bildet jedoch mehr Wärme, da die Körpertemperatur desselben im Mittel 43·9° C. beträgt (Regnault und Reiset).

Die Function der Organe. Die lebendige Kraft des Herzens wird — durch die Hindernisse im Circulationsapparate — in Wärme umgesetzt. Die während der Blut-Circulation an den Gefässwänden entstehende Reibung bildet gleichfalls eine Ursache für Wärmebildung.

Die Bewegung von, — mit Muskeln ausgestatteten Organen erzeugt ebenfalls Wärme. So wird die Bewegung des Magens, des Verdauungstraktes, der Blase u. s. f.; ferner diejenige der Skelettmuskeln, als auch — wie angegeben — die electrischen Ströme der Muskeln, Nerven und Drüsen, in Wärme umgewandelt.

Den Einfluss der Körperbewegungen auf die Steigerung der Temperatur des Pferdes, ersieht man aus der Versuchsreihe, die unter Leitung des Herrn Assistenten Liska auf der budapester

Klinik des Herrn Prof. Dr. Azary angestellt wurde, und bei welcher die Puls- und Respirationszahlen gleichfalls eingetragen sind. (Wir führen blos die Maxima und Minima der zahlreichen Experimente an.)

Thier	Bemerkung	Vor der Bewegung			Nach der Bewegung			Zeit
		T.	P.	R.	T.	P.	R.	
Oranien (Hengst) I. Versuch . .	Die Temperatur erreichte nach 70 Minuten noch nicht das Normale. Das Thier fieberte.	39	40	12	39·9	60	28	durch 15 Minuten
					39·8	56	20	nach 5 „
					39·7	44	12	„ 10 „
					39·5	40	12	„ 20 „
					39·3	40	12	„ 30 „
					39·3	40	12	„ 40 „
					39·2	40	12	„ 50 „
					39·2	40	12	„ 60 „
					39·0	40	12	„ 70 „
II. Versuch . .	Normaler Zustand erst nach 90 Minuten nach der Bewegung. In andern zwei Versuchen normale Temperatur nach 45—60 Minuten.	38·8	40	12	40·2	88	48	durch 15 Minuten
					40·0	68	28	nach 5 „
					40·0	60	16	„ 10 „
					39·9	44	16	„ 20 „
					39·7	44	16	„ 30 „
					39·7	44	12	„ 40 „
					39·7	44	12	„ 50 „
					39·5	40	12	„ 60 „
					39·3	40	12	„ 70 „
					39·0	40	12	„ 80 „
					38·8	40	12	„ 90 „
3jähriger Halbbluthengst I. Versuch . .	Mit dem Thiere wurden 7 Versuche ausgeführt, jedesmal Temperaturerhöhung nach der Bewegung.	37·8	40	12	39·5	62	38	durch 15 Minuten
					39·0	52	32	nach 5 „
					38·5	48	28	„ 10 „
					37·7	40	12	„ 20 „
Diophantus (Hengst)	6 Versuche angestellt	37·6	36	12	38·5	50	28	nach 20 Minuten
Majestoso 3jähriger Hengst I. Versuch . .	6 Versuche angestellt.	38·0	44	12	39·0	96	36	durch 15 Minuten
					38·0	44	12	nach 20 „
V. Versuch . .		37·8	44	12	39·4	98	30	„ 20 „

Die thierische Wärme wird in der Mundhöhle, der Achselhöhle (beim Menschen), dem Mastdarme und der Scheide gemessen. Nach einzelnen Angaben soll der im Strahle ausfliessende Urin ebenfalls der Bluttemperatur entsprechen. Die Körperwärme wird entweder durch das Thermometer (einfaches oder Maximal), oder auf thermoelektrischem Wege mittelst des Galvanometer gemessen (s. allg. Theil S. 83).

Die normale Temperatur des Menschen nimmt man gewöhnlich mit 37·5° C. an; nach Wunderlich würde dieselbe in der Achselhöhle 36·25—37·5°, im Mittel 37·0°; nach Davy im Mittel 37·3°, nach Jürgensen 37·2° betragen. Diejenige des Pferdes ist 37·5—38·0°; des Rindes 38—38·5°; kleiner Wiederkäuer und des Schweines 39—40°. Von uns ausgeführte Messungen ergaben: an einem 9 Monate alten Algäuer Stiere 37·9 bis 38·5°; an einem 4monatlichen Ferkel 38·3—38·6°, an einem 6monatlichen Ferkel 38·4—38·7°; am Hunde 38—38·5°; am Delphin 35·5°; an der Maus 41·1°.

Bei den Vögeln fand man: bei der Seemöve (Laridae) 37·8°, der Schwalbe 44·03°.

Bei den Reptilien: die Riesenschlange = 10—12°; bei Amphibien und Fischen bis 0·5—3° über der Temperatur des Mediums; bei den Gliederthieren = 0·1—5·5°; bei den Bienen im Korbe = 30—32°; bei Schwärmen derselben = 40·0°.

Die Cephalopoden haben eine höhere Temperatur als das Medium um 0·57°, die übrigen Molluscen 0·46°; die Echinodermen 0·40°, die Medusen 0·27°, die Polypen 0·21° C.

Nachstehend geben wir eine vergleichende Tabelle der Temperatur verschiedener Vögel und Säugethiere nach der Zusammenstellung von Gavarret-Rosenthal:

Bezeichnung des Thieres	Temperatur	Ort der Beobachtung
1. Vögel.		
Sturmvogel (Thalassidroma pelagica)	40·30	Rectum
Captaube (Procellaria glacialis)	40·80	"
Gans	41·70	"
Sperling	39·08 42·10	" "
Taube	41·80—42·50	"
Truthahn	42·70	"
Perlhuhn	43·90	"
Ente	43·90 42·50	" "
Krähe	41·17	"
2. Säugethiere.		
Tiger	37·20	"
Pferd	36·80. 37·50	"
Ratte	38·80	"
Hase	37·80	"

Bezeichnung des Thieres	Temperatur	Ort der Beobachtung
Katze	38·30—38·90	Rectum
Eichhörnchen	38·80	„
Panther	38·90	„
Hund	37·40	„
	39·00	„
	39·60	„
Ziegenbock (castrirt)	39·50	„
Hammel	37·30—40·00	„
	39·50—40·00	„
	40·00—40·50	„
Affe	35·50	„
Meerschweinchen	35·76. 38·00	„
Kaninchen	37·50. 38·00	„
Ochs	37·50	„
Esel	36·95	„
Eselin	37·78	Vagina
Tümmler (Delphinus phocaena)	37·80	Leber
	35·62	Halswunde
Seekuh (Manati)	38·89	Unter der Haut
„ „	40·00	Im Bauche

Schwankungen der Körper-Eigenwärme.

Die Eigenwärme des Körpers ist — sowohl beim Menschen, als bei warmblütigen Thieren — durch verschiedene Einflüsse-Schwankungen unterworfen. Letztere werden zumeist durch das Klima und den Stoffwechsel beeinflusst. In tropischen Gegenden ist die Körperwärme um 0·5° C. höher, als in der gemässigten Zone; hier wieder zur Winterszeit um 0·1—0·3° C. geringer, als an warmen Sommertagen.

Kleinere Schwankungen der Eigenwärme kommen durch den Stoffwechsel zu Stande. Beim Fasten ist die Eigenwärme geringer, als bei normaler Ernährung; beim Menschen wurde von Lichtenfels und Fröhlich, an Hungertagen im Mittel 36·6° C.; an normalen hingegen 37·17° C. gemessen. Bei Thieren sinkt die Eigenwärme während des Hungerns in den ersten Tagen beträchtlich, bleibt dann längere Zeit hindurch constant und fällt in den letzten Tagen noch um ein Bedeutendes. Schmidt liess eine Katze verhungern und fand die Temperatur derselben am 15. Tage mit 38·6° C., am 16. Tage 38·3, am 17. Tage 37·64, am 18. Tage 35·8, am 19. (Todes)tage 33·0. Chossat fand bei seinen Versuchen an Säugethieren und Vögeln am Tage des Absterbens die Eigenwärme derselben bis um 16·0° C. unter das Normale gesunken.

Winternitz, Lichtenfels und Fröhlich sahen Temperaturschwankungen nach Wassertrinken auftreten. So sah Winter-

nitz nach Einnahme von 6 Seidel (= etwa 1·8 Liter) Wasser, von 4·6° C. (welches in Zwischenräumen von 10 zu 10 Minuten getrunken wurde), nach 70 Minuten die Körpertemperatur um 1·4° C. herabsinken. Bei Verbrauch ½—1 Liter Bieres beobachteten Lichtenfels und Fröhlich ein Herabgehen der Körperwärme um 0·5° C; welche Wirkung nach 15 Minuten eintritt und oft über 1½ Stunde anhält.

Alkohol setzt die Körperwärme schon in kleinen Dosen herab, wahrscheinlich infolge des, durch die veränderte Blutcirculation bedingten, gesteigerten Wärmeverlustes. Geistige Thätigkeit erhöht die Körperwärme.

Von weiterem Einflusse auf die Wärmeschwankungen ist ferner die Körpergrösse. So ist es erwiesen, dass grössere Thiere relativ bedeutend weniger Wärme verlustig werden, als kleinere.

Das Lebensalter ist nicht minder vom Einflusse auf die Körpertemperatur. Die Eigenwärme des ungeborenen Kindes ist um etwas höher, als die der Vagina und des Uterus der Mutter; dasselbe gilt für die Temperatur des eben geborenen Kindes. Nach Bärensprung ist dieselbe etwas höher, als die der Mutter, fällt aber plötzlich ab. Nach der Geburt zeigt das Kind eine Temperatur von 37·5—37.8°, welche nach dem ersten Bade auf 37·0° fällt und die nächsten Tage zwischen 37·25—37.6° schwankt (Bärensprung). Durch Schreien des Kindes — oft auch ohne dieses — wird ein Ansteigen der Temperatur bis um 2° (Maximum) bedingt. Bis zur Pubertät sinkt die Eigenwärme etwa um 0·2°, von da an bis zum 50. Jahre abermals um das nämliche. Nach dem 60. Jahre steigt die Temperatur wieder, um beim 80jährigen diejenige des Neugeborenen zu erreichen. Auffallend ist die Wahrnehmung von Charcot, dass die Temperatur bei Greisen in der Achselhöhle um 3° geringer sein kann, als im Rectum.

Das Geschlecht übt nachweislich keinen Einfluss auf die Eigenwärme aus.

Gewisse Eingriffe verändern die Körpertemperatur gleichfalls, so z. B. der Aderlass; grössere Blutverluste vermindern diese um 1—2° C. Die Eigenwärme des Hundes kann nach langanhaltenden Blutverlusten bis auf 31—29° C. sinken.

Einige Gifte, Chloroform, Digitalis, Nicotin und Curara und andere bekannte antifebrile Medicamente wirken temperaturherabsetzend; Krankheiten alteriren dieselbe gleichfalls; schliesslich sind auch noch Tagesschwankungen der Körperwärme zu verzeichnen.

Bei dem nämlichen Thiere treten manchmal derartige Schwankungen in den verschiedenen Tageszeiten auf, dass sie 0·5—1.5° C. sowohl steigend als sinkend betragen können. Am höchsten ist

die Temperatur bei Thieren gegen 4 Uhr Nachmittags und erhält sich das Maximum bis gegen Abend, von 9 Uhr Abends bis nach Mitternacht vermindert sich die Temperatur, um Mitternacht das Minimum erreichend, von hier ab steigert sie sich bis zum Morgen, ohne jedoch die Höhe der abendlichen zu erreichen, von da an bis Mittag sinkt und dann steigt sie wieder bis zum Maximum um 4 Uhr Nachmittags. An Menschen ausgeführte Untersuchungen ergaben ähnliche Resultate. So stellte es sich heraus, dass die Eigenwärme von 6 Uhr Morgens bis 10—11 Uhr Vormittags rasch anstieg, dann sich langsam erhob um Nachmittags zwischen 5—7 Uhr das Maximum zu erreichen. Hierauf folgte ein Abfall und zwischen 5—6 Uhr Morgens das Minimum. Die Differenz zwischen Maximum und Minimum ist 1° C. Schwere und andauernde nächtliche Arbeit ergibt, nach den Untersuchungen von Debczynszky, eine Verschiebung der Tagesschwankungen; die höchste Temperatur tritt dann des Morgens mit 37·8°, die niedrigste Abends mit 35·3° auf.

Nach den Untersuchungen von Liska (Klinik des Prof. Dr. Azary) theilen wir nachstehend eine tabellarische Uebersicht von Maximal- und Minimaltemperaturwerthen einzelner Hausthiere (Morgens, Mittags und Abends) mit:

Thier (genährt)	Temperatur					
	5 Uhr Morgens		1 Uhr Mittags		7 Uhr Abends	
	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
Diophantus, 3½jähriger Hengst	37·5	37·9	37·7	37·9	37·6	38·0
Majestoso, 3 „ „	37·7	38·0	37·8	38·2	37·7	38·2
Orange, 3 „ „	37·7	38·1	37·9	38·1	37·9	38·2
Machbet, 3 „ „	37·7	38·3	37·9	38·3	37·9	38·4
Allgäuer Stier, 9 Monate alt .	37·9	38·1	38·2	38·5	38·2	38·5
Ferkel, 4 Monate alt	38·3	38·6	38·4	38·6	38·4	38·6
„ 6 „ „	38·4	38·7	38·5	38·6	38·4	38·7

Diese Schwankungen der Temperatur hängen zumeist mit der Ernährung zusammen; dass dies jedoch nicht die einzige Ursache der Beeinflussung der Eigenwärme sein könne, beweisen die Experimente an hungernden Thieren, an welchen gleichfalls — wenn auch geringere — Schwankungen beobachtet wurden.

Zur Erhärtung dieser Thatsache wurde in unserm Institute ein ungarisches Bauernpferd durch 24 Stunden hungern gelassen. Die unter Leitung unseres Assistenten Hrn. Fein ausgeführten Messungen ergaben — wenn auch nicht gänzlich die oben angeführten Resultate, dennoch von der Ernährung unabhängige, nach den Tageszeiten auftretende Schwankungen von 0·3—0·4° Differenz geradeso wie beim Menschen.

Thier	Zeit von 2—2 Stunden												
	11	1	3	5	7	9	11	1	3	5	7	9	11
Von Vormittag 11 Uhr bis des nächsten Tages Vormittag 11 Uhr fastendesBauernpferd	Tag						Nacht					Tag	
	Temperatur nach C. °												
	37·6	37·6	37·6	37·6	37·8	37·8	37·5	37·3	37·2	37·2	37·5	37·4	37·3

Die Blutwärme der warmblütigen Thiere ist constant, wesshalb solche auch als constant temperirte oder nach Bergmann als Homoiotherme — bezeichnet werden; diejenige der kaltblütigen hingegen ist eine wechselnde, daher auch die Bezeichnung: „Thiere mit variabler Eigenwärme“ oder Poikilotherme (nach Bergmann). Das Blut homoiothermer Thiere bleibt (sowohl bei Kälte als einer Wärme von 40—50 °) unverändert, es treten Veränderungen höchstens nach den Tagesschwankungen in geringem Maasse auf; hingegen wird die Wärme des Blutes bei den poikilothermen, je nach der Temperatur des Mediums gesteigert oder herabgesetzt.

Bemerkenswerth bleibt es, dass zur Winterszeit mehr Fleisch- und Fettspeisen gegessen und verlangt werden; dass ferner sowohl Mensch als Thier zu dieser Zeit überhaupt mehr zu essen vermag, als im Sommer. Dies rührt daher, dass im Winter bedeutend mehr Wärme, wegen des infolge grösserer Wärmestrahlung entstandenen Wärmeverlustes gebildet werden muss. zu welchem Zwecke eben ein grösseres Quantum Nahrung, besonders wärmebildende Substanzen (Fett und auch Albumin) sowohl das Thier als auch der Mensch dem Organismus zuzuführen bemüssigt ist.

Die Steigerung oder Herabsetzung der Temperatur des Mediums ist auf die Blutwärme der warmblütigen Thiere (wie bereits erwähnt) von keinem Einflusse; dasselbe findet man beim Menschen, und zwar ändert sich nach Senator die Eigenwärme eines nackten Menschen in einer Temperatur von 27—37 ° nicht merklich. Ein Aufsteigen oder Sinken der Körperwärme wird blos beobachtet, wenn das Thier oder der Mensch längere Zeit in höherer Wärme oder Kälte verweilt. Temperaturschwankungen grösserer Intensität schädigen übrigens die Thiere und können in gewissem Grade auch den Tod herbeiführen.

Wird die Eigenwärme künstlich gesteigert, so fand man, dass einer Temperatur von 40° constant ausgesetzte Säugethiere an die Umgebung keine Wärme abgaben und dadurch die Körperwärme anhäuften. Dabei sinkt zuerst die Eigenwärme, um dann zu steigen. Die Respiration wird ebenso wie der Puls frequenter, letzterer schwach und unregelmässig; die Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureabgabe vermindert sich nach 6—8 Stunden, es

treten grosse Schwäche, Krämpfe, Speichelfluss ein und das Thier stirbt in bewusstlosem Zustande, wenn die Temperatur des Körpers 4—6° über das Normale steigt. Dieselben Erscheinungen treten auf, wenn ein Säugethier in eine Temperatur von 100° C. versetzt wird, doch stirbt es dabei bereits nach 15—20 Minuten ab. Hiebei wurde an Kaninchen eine Körpergewichtsabnahme von 1 Gramm in der Minute beobachtet. Der Mensch verträgt durch einige Minuten eine 100—110—132° C. warme Luft, doch wird das Leben darin binnen 10—15 Minuten gefährdet. Es erfolgt Röthung der Haut, reichlicher Schweiss und starke Anschwellung der Hautvenen; Respiration und Puls werden äusserst frequent, dabei tritt Kopfschmerz, Schwindel und Schwäche auf, die Sinnesorgane versagen den Dienst. Das Fieber ist ebenfalls durch Erhöhung der Blutwärme sowohl für den Menschen, als die Thiere gefahrbringend; ersterer erträgt für kurze Zeit eine Eigenwärme von 42·5° C., doch soll nach Weikart bei 42·6° C. das Blut in den Gefässen bereits gerinnen.

Geradezu unbegreiflich erscheint die Angabe einiger Autoren, der an einzelnen Kranken, wenn auch durch kurze Zeit beobachteten Eigenwärme von 46° C.

Kaltblütige Thiere können für kurze Zeit auf (6—10° C.) höhere Temperatur gebracht werden. Hingegen steht das Froschherz bei einer Temperatur von 40° still, und werden dessen Muskeln tetanisch; daraus folgt, dass die Grenze des Lebens der Kaltblüter an niedrigere Temperaturgrade gebunden ist, als diejenige der Warmblüter.

Bei künstlicher Herabsetzung der Temperatur treten folgende Erscheinungen ein:

Warmblütige Thiere in kalte Luft, oder in ein Kältegemisch gebracht (z. B. das Kaninchen auf 18° C. abgekühlt [Messung im Rectum]) werden sehr abgeschlagen; der Puls fällt von 100—150 auf 20 in der Minute, der Blutdruck sinkt auf einige Millimeter. Dabei wird die Respiration oberflächlich und selten, es tritt Harnverhaltung auf. In diesem Zustande kann das Thier durch 12 Stunden verharren; darnach folgt Lähmung und Blutgerinnung (mit Zugrundegehen der Blutkörperchen) und endlich der Tod unter Krämpfen, durch Erstickung.

Ein auf 18° C. abgekühltes Thier kann wieder zum Leben gebracht werden, bei Einleitung von künstlicher Respiration und Wärmezufuhr von Aussen; selbst dann, wenn der scheintodte Zustand etwa 40 Minuten gedauert hat. Walther kühlte ausgewachsene Thiere bis auf 9° C. ab, und brachte sie durch künstliche Respiration und Wärmezufuhr zum Leben; Howarth gelang dasselbe bei jungen Thieren, die auf 5° C. abgekühlt wurden. Morphium und Alkohol befördert die Abkühlung ganz besonders (aus welchem Grunde Betrunkene leichter erfrieren). Die Winterschläfer unter den Säugethieren sind bereits wiederholt erwähnt worden; da deren Stoffwechsel im Winter ein sehr geringer ist, sinkt die Eigenwärme derselben bis auf 1—2° unter die Temperatur der Sommerluft. Der Winterschlaf selbst bringt an den Thieren einen der Abkühlung ähnlichen Zustand hervor. Valentin beobachtete, dass Murmelthiere bei 18° C. Eigenwärme sehr schläfrig werden, bei 6° C. leise, bei 1·6° C.

fest schlafen. Respiration ist dabei kaum wahrnehmlich. Blase und Darm verharrt in Ruhe. Jedoch erwachen die Thiere bei einer Abkühlung auf 0° C.

Frösche können hingegen auf 0° C., ja soweit abgekühlt, dass ihr Blut gefriert und in der Bauchhöhle sich Eisstücke bilden, und darnach wieder zum Leben erweckt werden. Die Eier von Thieren niedriger Ordnung (Insecteneier) halten die ärgsten Kältegrade aus. Erwähnt mag an dieser Stelle die Beobachtung von Schenk werden, dass gefrorene Hühnereier noch ausgebrütet werden können. Die Herabsetzung der Eigenwärme bei Thieren durch Firnissen derselben, ist bereits beim Gaswechsel der Haut besprochen worden. Eine derartig zugerichtete Haut soll angeblich viel Wärme ausstrahlen (Krieger), die Thiere kühlen ab und können infolge dessen absterben. Ellenberger und Senator constatirten bei diesbezüglichen Versuchen an Thieren die Ungefährlichkeit des Firnissens für Thiere und Menschen (s. Gaswechsel der Haut).

Temperatur der Organe.

Durch die, in den einzelnen Organen sich stetig abspielenden chemischen Processe wird Wärme gebildet. Daher kommt, dass das Blut der Venen, der Leber, Nieren und der Speicheldrüsen wärmer, als dasjenige der zuführenden arteriellen Gefässe ist. Ferner haben Magendie, Cl. Bernard, Heidenhain u. A. dargethan, dass das Blut des rechten (venösen) Herzens eine höhere Temperatur habe, als dasjenige des linken (arteriellen).

Die Differenz zwischen beiden Herzhälften betrug nach Cl. Bernard 0·5—1° C. beim Hunde. Zur Demonstration dieser Erscheinung werden zwei, in einem Kautschukrohre untergebrachte Thermoelektrodenpaare (Herzsonden) in das Herz eingeführt, und zwar das eine durch die linke Carotis in den linken, das andere durch die Vena jugularis in den rechten Herzventrikel.

Die Herzsonden bestehen aus zweierlei, am untern Ende miteinander verlötheten Metalldrähten, deren obere freie Enden mit einem Galvanometer (s. im allgemeinen Theile) in Verbindung stehen.

Sobald nun das warme Blut die Enden der Elektroden berührt, so entwickelt sich Thermoelektricität, welche — bei Ungleichheit der Temperaturgrade im Herzen — die Magnetnadel des Galvanometers ablenkt, aus deren Excursionen man auf die Grösse der Temperaturdifferenz zu schliessen vermag.

Zur Orientirung über die Temperaturverhältnisse einzelner Organe folgt die nachstehende, von Ludwig und Rosenthal zusammengestellte Tabelle:

Thier	Ort der Messung	Wärme	Bemerkungen	Beobachter
Hund 1.	Vena cava superior	35·98		G. v. Liebig
	Atrium dextr. . .	36·37		
„ 2.	Vena cruralis . .	37·20		
	„ cava inf. .	38·11		
„ 3.	Aorta	38·7	Ende der Verdauung	Cl. Bernard
	V. portarum . .	39·9		
„ 4.	V. portarum . .	39·9	Anfang der Verdauung	
	V. hepatica . .	39·5		
„ 5.	V. portarum . .	39·7	Verdauung	
	V. hepatica . .	41·3		
„ 6.	V. portarum . .	37·8	Nüchtern seit 4 Tagen	
	V. hepatica . .	38·4		
„ 7.	V. portarum . .	39·6	Verdauung	
	V. hepatica . .	39·7		
„ 8.	Aorta	38·4		
	V. hepatica . .	39·4		
„ 9.	Rechtes Herz . .	38·8	Nüchtern	
	Linkes „ . .	38·6		
	Rechtes „ . .	39·2	Verdauung	
	Linkes „ . .	39·1		
„ 10.	Rechtes „ . .	36·37		G. v. Liebig
	Linkes „ . .	36·82		
„ 11.	Rechtes „ . .	39·21		
	Linkes „ . .	39·02		
„ 12.	V. hepatica . .	40·07		Heidenhain
	V. cava inf. . .	38·35—39·58		
	Rechtes Herz . .	37·7		
„ 13.	Rectum	37·7—38·1		Jacobson und Leyden
	Leber	37·8 - 38·6		
„ 14.	Rectum	39·0		
	Leber	38·7—38·9		
„ 15.	Rectum	39·2—39·4		
	Leber	40·0—39·9		
„ 16.	Rectum	38·2		
	Leber	38·3—38·7		
„ 17.	Rectum	39·6		
	Leber	39·7—39·9		
„ 18.	Rectum	39·2		
	Leber	39·4		

Kronecker und Mayer führten kleine Maximalthermometer in die Blutbahnen ein, und erhielten für jene Stellen, wo diese stecken blieben folgende Werthe: In einem Falle war die geringste Temperatur in der Vena azygos und zwar 37·7° C., daneben fand man im rechten Herzventrikel 38·3° C., im mittlern rechten Lungenlappen 38·4° C., in der linken Vena renalis 38·2° C. In einem zweiten Falle war die niedrigste Temperatur im Unterlappen der linken Lunge 37·8° C., in der Vena azygos 38·0° C., im Oberlappen der linken Lunge 38·6°, in der Vena subclavia 38·5° C., im rechten Vorhofe (Atrium) 39.0° C., im rechten Ven-

trikel 39·2° C., in der Klappentasche der rechten Art. pulmonalis 39·5° C. — In einem dritten Falle wurde: in der Vena azygos 39·0° C., im rechten Ventrikel 39·2°, in der Art. femoralis 39·6°, im Unterlappen der linken Lunge 40·2° C. und im mittleren Lappen der rechten Lunge 41·0° C. verzeichnet.

Regulirung der Körperwärme.

Aus Vorstehendem ist ersichtlich, dass der Organismus nicht allein Wärme erzeugt, sondern auch solche zu gleicher Zeit abgibt, wobei seine Eigenwärme unverändert bleibt. Dies kann nur auf solche Weise zu Stande gebracht werden, wenn der Organismus über Regulationsmittel verfügt, durch welche seine Temperatur dermaassen regulirt wird, dass zwischen Wärmeerzeugung und Wärmeabgabe zumindest ein nahestehendes Gleichgewicht besteht.

Die Wärmeabgabe erfolgt auf mehrfache Weise: und zwar 1. durch Wärmeausstrahlung. Diese wird umso intensiver, je grösser die Differenz zwischen der Eigenwärme und dem umgebenden Medium (Luft) ist. 2. durch Leitung; und zwar leitet der Körper Wärme: an a) kältere Körper mit denen er in Berührung kommt, b) die durch die Lungen in Contakt gebrachte Luft, c) die in den Verdauungstrakt eingeführten kälteren Stoffe, d) das in den Lungen und durch die Haut verdunstende Wasser.

Helmholz setzt den, bei Erwärmung der Nahrungsstoffe verbrauchten Wärmeverlust auf 2·6%, den auf die (Athmungs-) Respirationsluft verbrauchten auf 5·2%, den auf die Verdunstung des Wassers entfallenden auf 14·7%; die übrigen 77·5% kommen auf Rechnung des Verlustes durch die Körperoberfläche. Zur Erhaltung constanter Körpertemperatur wirken die Regulationsmittel entweder auf die Wärmeerzeugung, oder sie regeln die Wärmeabgabe. Auf die Regulirung der Wärme ist die Nahrungseinfuhr in grösstem Maasse vom Einflusse. In kalter Jahreszeit ist (wie bereits angeführt wurde) der Bedarf an Nahrungsmitteln ein grösserer; es verbrennt dadurch mehr Brennstoff, eine grössere Wärme wird gebildet.

Ein wichtiges Regulationsmittel ist ferner die Muskelthätigkeit. Bei derselben erzeugt der Muskel selbst Wärme, schon auch dadurch, dass er an die Nachbarorgane reibt.

Eine dritte Regulation wird durch Vermittelung der sensiblen Nerven bewerkstelligt. Röhrig und Zuntz beobachteten auf Reizung der Haut von Kaninchen durch kaltes Wasser eine Steigerung des Stoffwechsels; Paalzow dasselbe auf Application von Senfteigen.

Unter den, auf den Wärmeverlust einwirkenden Regulations-

mitteln ist in erster Linie: die Blutcirculation der Haut und der Lungen zu nennen. Die Veränderung der Gefässlumina ist einer der wichtigsten Vorgänge im Organismus, infolge dessen die Regulation der Eigenwärme erfolgt. Sobald die Körpertemperatur sich hebt, so erweitern sich die Blutgefässe der Lungen wahrscheinlich, jene der Haut mit Bestimmheit; im entgegengesetzten Falle verengern sich dieselben. Durch die Erweiterung wächst aber die Ausfuhr der Wärme aus dem Organismus in eben demselben Maasse, als die Wärmeabgabe an die Aussenwelt grösser wird; die Verengerung verringert in derselben Weise die Wärmeabgabe.

Unter die Temperatur-Regulatoren zählt gleichfalls die Veränderung des Agregatzustandes der Körperbestandtheile. Die Wirkung dieses kommt insbesondere bei Ueberführung der flüssigen Körper in gasförmigen Zustand zur Geltung. Bei jeder Dampferzeugung wird — wie bekannt — Wärme gebunden. Die Art der Regulirung tritt nun im grössern Maassstabe in den Lungen und der Haut zu Tage. Nun steht es fest, dass die dicke Epidermisschichte der Haut zu Verdunstungsprocessen weniger geeignet erscheint; doch wird durch die gesteigerte Eigenwärme die Schweisssecretion angeregt, wodurch eine weite Wasserschichte sich auf der Oberfläche ausbreitet, deren Verdunstung dem Körper Wärme entzieht.

Der Mechanismus der Lungenrespiration wirkt wie dies Changeux, Ackermann u. A. constatirten — auf die Regulation gleichfalls ein und zwar dadurch, dass stets neue Luftsäulen zugeführt, eine grössere Wärmefläche mit kälterer Atmosphäre in Contact geräth, zu deren Aufwärmung jedoch ein Theil der Körperwärme verwendet wird. Mit dem Ansteigen der Körper-Temperatur wird die mechanische Action der Lunge eine geschwindere, und die Wärmeregulirung eine intensivere. Hunde nutzen dieses Regulationsmittel bei grosser Hitze durch starkes Keuchen kräftig aus; und kann bei diesen Thieren die Athmung derartig beschleunigt werden, dass man mit Schmidt-Mülheim wohl von „Wärmedispnoë" sprechen darf. Aehnliches lässt sich am Rinde und am Schafe in heisser Sommerszeit beobachten.

Die Thiere sind von Natur aus für den Winter mit einer dickeren Behaarung versehen, als für den Sommer; der Mensch kleidet sich zu kalter Jahreszeit besser, zum Zwecke damit die Eigenwärme constant bleibe. Thiere der kalten Zone, oder im Wasser lebende, weisen eine reichliche Fettschichte auf; welche sie vor grosser Wärmeabgabe schützt.

Schliesslich ist — nach dem Nachweise von Bergmann — die relative Grösse des Thieres auf die Wärmeregulirung vom Einflusse.

Je grösser das Thier, umso grösser ist das Volumsverhältniss desselben zur Oberfläche. Da jedoch die Wärmeerzeugung mit der Masse des Thieres proportional gleich stehen muss, und der gesammte Wärmeverbrauch ungefähr mit der Körperoberfläche proportional ist so folgt daraus: dass zwischen zwei, sonst gleichen Thieren, das grössere relativ weniger Wärme verliert. Daraus kann man schliessen, dass wenn die beiden Thiere unter gleiche Temperatur gesetzt werden, die Wärmeproduction des kleinern eine energischere sein, es also besser geschützt sein müsse, als das grössere; ferner dass bei Schwankungen der äussern Temperatur das grössere geringere Schwankungen der Eigenwärme darbieten werde, als das kleinere. Die Erfahrung bestätigt, dass kleinere Thiere intensivere Eigenwärme-Schwankungen aufweisen, als grössere; so wechseln z. B. Kaninchen mehr die Temperatur als Hunde; junge Thiere mehr als ältere.

Rosenthal macht — nach Bergmann — noch auf einen andern Umstand aufmerksam. Da Wasser dem Körper mehr Wärme entzieht, als Luft, so ist es auffällig, dass die im Wasser lebenden Homoiothermen meist grossleibig sind; während die kleinsten Homoiothermen unter den Tropen vorkommen, hingegen die einander ähnlichen, doch grösseren Arten, stets kaltes Klima bewohnen.

Die Thiere ändern in dieser Beziehung ihre Körperfläche selbst nach Bedarf. So ziehen die Thiere in Winterkälte sich zusammen (kauern) und strecken sich zur Sommerszeit bei grosser Wärme aus; im ersteren Falle um bei kleinerer Körperfläche einen kleineren, im zweiten, um bei grösserer, auch einen grössern Wärmeverlust zu erleiden. In ersterem Falle bleibt ihr Körper wärmer, in letzterem vertragen sie die Hitze besser, weil der eigene Körper weniger erhitzt wird. Die Wärmeregulirung erfolgt durch Vermittlung des Nervensystems (s. Physiologie des Nervensystems).

Postmortale Temperatursteigerung.

An der Leiche eines Hundes, vor deren Abkühlung, wurde von Heidenhain zuerst eine vorübergehende, die normale Eigenwärme des Thieres um Etwas überragende Temperatursteigerung beobachtet. An Menschen-Leichen, besonders solchen von an Cholera oder an Tetanus Verstorbenen, wurde dieselbe Erscheinung bereits früher wahrgenommen. So sah Wunderlich an der Leiche eines an Tetanus Erkrankten, eine Temperatur von 45·375° C., noch 57 Minuten nach dem Ableben. Der Grund dafür liegt in mancherlei Umständen. Als solcher wird angeblich die Gerinnung der Muskelsubstanz, beziehungsweise die Todtenstarre (Fick, Dybkowszky) betrachtet.

Rasche Gerinnung producirt nämlich Wärme. Eine zweite Ursache liegt in der postmortalen kleineren Wärmeabgabe; mit dieser geht durch die in den Geweben eintretenden chemischen Processe, die postmortale Hand in Hand. Valentin wies diese Wirkung an Kaninchen nach, die er nach der Tödtung in Wärmekasten unterbrachte, und so den Körperwärmeverlust hintanhielt, worauf die Eigenwärme der Thiere constant stieg.

Die postmortale Temperatursteigerung wird durch nachfolgende Tabelle (S. 488), deren Zusammenstellung ich der Güte des Herrn Assistenten Liska (Klinik des Prof. Dr. Azary) verdanke, veranschaulicht.

Am 4. Mai 1883 gefallenes wuthkrankes Pferd		Am 23. Mai 1882 gefallenes wuthkrankes Pferd		Am 20. April 1883 an Tetanus traumaticus gefallenes Pferd		Am 7. Febr. 1883 wegen Tetanus traumatic. abgestochenes Pferd	
Postmortale Temperatursteigerung							
	° C.		° C.		° C.		° C.
5 Min. vor dem Absterben	42·9	Unmittelbar nach dem Ab-		5 Min. vor dem Absterben	39·4	10 Min. vor dem Abstechen	39·5
5 „ nach „ „	43·0	sterben	43·0	5 „ nach „ „	39·0	5 „ nach „ Absterben	39·0
10 „ „ „ „	43·8	10 Min. nach dem Absterben	44·0	10 „ „ „ „	39·2	10 „ „ „ „	39·2
15 „ „ „ „	43·9	15 „ „ „ „	43·9	15 „ „ „ „	39·5	15 „ „ „ „	39·4
20 „ „ „ „	44·0	20 „ „ „ „	43·8	20 „ „ „ „	39·8	20 „ „ „ „	39·2
25 „ „ „ „	44·1	25 „ „ „ „	43·5	25 „ „ „ „	40·0	25 „ „ „ „	39·1
30 „ „ „ „	44·0	30 „ „ „ „	43·0	30 „ „ „ „	40·2	30 „ „ „ „	38·9
35 „ „ „ „	44·1	35 „ „ „ „	42·5	35 „ „ „ „	40·2	35 „ „ „ „	38·5
40 „ „ „ „	43·8	40 „ „ „ „	41·8	40 „ „ „ „	40·0	40 „ „ „ „	38·3
45 „ „ „ „	43·0	45 „ „ „ „	41·0	45 „ „ „ „	39·8	45 „ „ „ „	38·3
50 „ „ „ „	42·0	50 „ „ „ „	40·5	50 „ „ „ „	39·6	50 „ „ „ „	38·3
55 „ „ „ „	42·0	55 „ „ „ „	39·8	55 „ „ „ „	39·5		
60 „ „ „ „	42·0	60 „ „ „ „	39·5	60 „ „ „ „	39·3		
		65 „ „ „ „	39·0				
Das Thier wurde hierauf secirt.		70 „ „ „ „	38·5	Das Thier wurde hierauf secirt.			
		Das Thier wurde hierauf secirt.					

II. Theil.

Physiologie der animalischen Functionen.

Unter animalischer Function versteht man diejenige, durch welche das Thier mit der Aussenwelt in Verbindung tritt, und die dazu dient, damit das Thier einen Ortswechsel auszuführen vermöge; oder aber, damit es mit Hilfe seiner Sinnes- und der Centralorgane sich die in der Aussenwelt vor sich gehenden und es ansprechenden Erscheinungen zur Kenntniss nehme; schliesslich besteht ihre Aufgabe in der Fortpflanzung der Art. Die Physiologie der animalischen Functionen zerfällt somit: in die Physiologie 1. der Bewegung; 2. der Sinnesorgane; 3. des Nervensystems; 4. der Zeugung und Vermehrung.

I. Abtheilung.

Physiologie der Bewegung.

Als Organe für die Bewegung gelten die willkührlichen Muskeln, welche sich nach dem Willen des Thieres contrahiren und dessen Skelett bewegen; ferner auch die Knochen mitsammt den Gelenken und Bändern. Da die Structur der Muskeln im allgemeinen Theile, ebenso die Bewegungen des Protoplasma, der Flimmerzellen und der Spermatozoën bei Erörterung der lebendigen Kräfte ausführlich behandelt sind, so erübrigt — bevor wir auf die Bewegung übergehen, — die Betrachtung der Chemie und Physik der Muskeln, und der Gesetze für die Skelettbewegungen.

Chemie des Muskels.

Die chemische Zusammensetzung des ruhenden Muskels ist von dem Arbeitleistenden im Wesentlichen verschieden.

Die chemische Analyse des ruhenden Muskels ist folgende: Er enthält etwa 74—80 % Wasser, die übrigen 20—25 % sind feste Bestandtheile, und vertheilen sich mit 16—20 % auf Eiweisssubstanzen, mit 1 % auf Kohlehydrate, Fette und Producte regressiver Metamorphosen. Die Aschenbestandtheile bilden 1 bis 1·5 %, und bestehen zum grössten Theile aus phosphorsaurem Kali, wenig Magnesium und Kalkphosphat, ferner Natrium, Eisen und Spuren von Chlor.

Ausserdem enthält der Muskel: Glycogen (Leberzucker) 0·6—1 %, in jungen Thieren und Embryonen davon auch etwas mehr.

Nach Nasse ist der Glycogengehalt frischer Rückenmuskeln und der Adductores femoris folgender. In 100 Theilen:

	Kaninchen I	II	III	IV	Hund I	II	Katze
Rückenmuskeln . . .	0.94	0·93	0·68	0·95	0·97	0·69	0·54
Adductores femoris . .	0.74	0·74	0·47	0·70	0·97	0·69	0·86

ferner: Inosit ($C_6H_{12}O_6$), [nach Jacobson im Pferdefleische: 0·003 %, in dem des Delphins blos 0·0008 %], bei 75° C. gerinnendes Serumalbumin 2 %, dann kleinere Mengen einer ähnlichen bei 45° C. gerinnenden Substanz, wie auch einen mit 10 % Kochsalzlösung extrahirbaren Eiweisskörper, das Kühne'sche Myosin. Im ausgebluteten Muskel gibt es noch ausserdem ein, dem Hämoglobin ähnliches Pigment, dann Elastin- und collagene Substanz, endlich stickstoffhaltige und durch regressive Metamorphosen entstandene Stoffe. Zu diesen letzteren gehören: Kreatin, Kreatinin, Carnin, Taurin, Lecithin, Harnsäure, Harnstoff, Inosinsäure, Xantin und Hypoxanthin.

Ausser diesen finden sich im Muskel noch Fermentstoffe, die sogen. Enzyme [formlose Fermente (Kühne)], vor. Obschon deren Natur nicht ermittelt ist, so erwiesen sich dieselben von specieller Einwirkung, sowohl auf die Albumine, als auch auf die Kohlenhydrate. Eines derselben ist das Pepsin, welches Brücke aus dem Muskel auf gleiche Weise, als aus dem Magensafte darstellte. Auch war es bereits Magendie bekannt, dass mit Muskel digerirtes Stärkemehl in Zucker umgewandelt wird. Pietrowszky stellte ferner aus Muskel ein Zuckerferment dar.

Nach J. König und B. Farwick wurde in den Muskeln der Extremitäten vom Hasen 1·07 %, in denjenigen des Rebhuhns 1·43 %, nach Petersen im Fleische magerer Ochsen 0·76 % Fett gefunden.

Das Wasser und Fett befinden sich im Muskel in verkehrtem Verhältnisse; fettarme Muskeln enthalten das meiste

Wasser. Der Wassergehalt im Muskel des Krebses beträgt nach Schlossberger 85%, in dem des Sperlings 70%; nach Ranke in der Rückenmuskulatur des Hasen 75·1% im Mittel, in der Schenkelmuskulatur hingegen 76·5%. Nach Bischoff, Ranke, Danilewszky und Nasse sind die Herzmuskeln am wasserreichsten.

Von Gasen fand man im Muskel bisher nur Spuren von Stickstoff; Oxygen konnte bisher nicht erwiesen werden. Den grössten Theil der Muskelgase bildet die Kohlensäure. Die chemische Reaction des ruhenden Muskels ist nach den Untersuchungen von Du Bois-Reymond neutral und zwar sowohl bei Wirbelthieren und dem Menschen (Bence Jones), als auch bei Wirbellosen [Krebse und Flussmuscheln (Bernstein)]. Blos die Herzmuskulatur reagirt im frischen Zustande sauer (Kühne und später Voit); Nasse bemerkt jedoch hiezu, dass jedoch bis nun kein „ruhendes Herz" zur Untersuchung gelangte.

Physik des Muskels.

Die zweierlei Arten der Muskeln sind bereits im allgemeinen Theile abgehandelt; es gibt demnach willkührliche, sogen. quergestreifte, Skelett bewegende; und unwillkührliche oder glatte, sogen. organische, die innern Organe bewegende Muskeln. Jene contrahiren sich energisch und rasch und erschlaffen ebenso; diese ziehen sich langsam und schwach zusammen, spannen sich aber wieder in derselben Weise ab. Ausser den Skelettmuskeln finden sich sowohl in äusseren als inneren Organen noch quergestreifte Muskeln. Hieher gehören: die Muskeln der Zunge, die Schnürmuskeln des Rachens und der Speiseröhre, die Muskeln des Kehlkopfes, der Harnröhre und Scheide; der Schliessmuskel des Mastdarmes, die Augenmuskeln und die Gehörmuskelchen; bei den Vögeln die Iris, und in einigen Fischen das von E. H. Weber entdeckte, energische Contractionen aufweisende Gaumenorgan.

Unter den Wirbellosen besitzen die mit rascher Bewegung begabten Insecten quergestreifte —; hingegen die sich langsam bewegenden Mollusken, Würmer, Echinodermen und Coelenteraten blos glatte Muskelfasern; obschon ausnahmsweise sich auch hier einzelne quergestreifte Faserzüge vorfinden, wie: die Schirmmuskeln einiger Medusen, und die Herzmuskeln einiger Salpen und anderer Tunicatenarten.

Bemerkenswerth ist nach den Untersuchungen von Schwalbe u. A. die doppelte Schrägstreifung der Muskeln einiger Würmer und Mollusken, als Kreuzung zweier symmetrisch schräger Liniensysteme. Man findet dieselbe bei den Ringelwürmern, den Muscheln und Schnecken. Nach Schwalbe soll diesen Muskeln eine raschere Contractionsfähigkeit zukommen.

Unter Physik des Muskels versteht man diejenige Arbeitsleistung, welche derselbe ausführt, wenn die in ihm enthaltenen Spannkräfte in lebendige Kräfte umgesetzt werden, wenn derselbe aus dem Ruhezustande in Bewegung geräth; nämlich sich verkürzt und dadurch eine Arbeit leistet.

Dies thut der Muskel jedesmal, wenn er intact und Erregungen, — Reizen, auslösenden Einflüssen — ausgesetzt wird. So lange der Muskel auf diese Einwirkungen contractil ist, wird er erregbar genannt. Ausser dem, vom Gehirne ausgehenden Willen, oder der sogen. physiologischen Erregung, kennen wir noch folgende Muskelreize: den mechanischen, chemischen, thermischen und elektrischen Reiz. Letztere erschöpfen die Erregbarkeit des Muskels in kürzester Frist, blos durch electrische Reize wird dieselbe kaum herabgesetzt, so dass aus diesem Grunde solche am Muskel am besten studirt werden können, indem man die Wirkung auf die verschiedenste Weise zu steigern, ebenso auch kleinweise herabzumindern vermag.

Elektrische Reize. Sowohl der constante (durch ein bis zwei Daniel'sche oder andere Elemente hervorgebrachte), als auch der Inductionsstrom wirkt auf den Muskel als Bewegung. Doch bringt die fortdauernde Durchleitung des constanten Stromes keine, hingegen sowohl die Oeffnung als auch Schliessung des Stromes eine rasch entstehende und beendigte Contraction: die sogen. Zuckung im Muskel zu Wege. Der Muskel verfällt hingegen in constante Contraction, sobald er durch auf einander folgende Schläge des Inductionsstromes [Inductions-(Schlitten-)Apparat von Du Bois-Reymond] getroffen wird; vorausgesetzt, dass die einzelnen Schläge so rasch auf einander folgen, dass die Erschlaffung des Muskels noch nicht beendet ist, wenn ein neuer Reiz denselben zur Contraction zwingt. Eine solche constante Contraction wird Tetanus genannt.

Bei Contraction wird der Muskel kürzer und dicker. Isolirte Muskelfasern (z. B. des hiezu sehr geeigneten M. sartorius vom Frosche) unter das Mikroskop gebracht und darauf durch mikroskopische Elektroden ein constanter Strom geleitet, zeigen: je nach der Stromesstärke, früher oder später (oft in einem Augenblicke) eine Verkürzung der Faser, wobei die Querstreifen stetig feiner werden, und in feine Körnchen zerfallen (Jendrássik, Mezey, Thanhoffer); doch können sich diese dann neuerdings zu Streifen zusammensetzen (Jendrássik, Mezey). An den mit Nervenendplatten zusammenhängenden und in Bewegung befindlichen Käfermuskeln fanden ferner Einige (Arndt, Thanhoffer, Foettinger), die Contraction an der Endplatte beginnend. Mit Sistirung des Stromes nehmen die Muskelfasern zumeist ihre frühere Gestalt und Volum an, doch gehen sie während der Stromesdauer und einige Zeit nach Auf-

hören dieses, eine merkwürdige Veränderung ein; indem die Querstreifen entweder im Ganzen oder partiell im Innern der Muskelfaser weiter geschoben werden, was zuerst von Jendrássik beobachtet, dann von Mezey und dem Verfasser constatirt wurde.

Ein aufgeschnittener Muskel kann sich bei Contraction auf die Hälfte, der mit dem Skelett zusammenhängende auf $^3/_4$ seiner Länge verkürzen. Die einzelnen Muskelzuckungen folgen einander mit solcher Geschwindigkeit, dass sie mit freiem Auge nicht controllirbar sind, besonders aber der Zeitpunkt des Beginnes der Contraction nicht fixirt werden kann.

Zur graphischen Darstellung der Muskelcontraction hat Pflüger einen mittelst der Hand zu verschiebenden platten- Helmholz und Marey einen cylinderförmigen, Fick einen Pendel-, Harless, Jendrássik einen nach dem Principe der

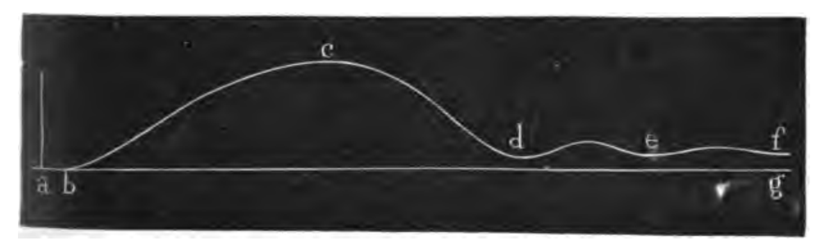


Fig. 128. Zuckungscurve nach Helmholtz.

Fallmaschine von Atwood construirten, Du Bois-Reymond einen elastischen Feder-, Valentin einen mit Drehscheibe versehenen, Andere aber verschieden construirten Apparat, das sogen. Myographion ersonnen, mit dessen Hilfe ein getreues Bild der Muskelcontraction gewonnen wird.

Fig. 128 stellt die Zuckungscurve von Helmholtz dar, welcher man Folgendes entnehmen kann: Der (elektrische) Reiz beginnt bei *a*, die Zuckung nahm ihren Anfang bei *b* und zeigt dann deren Verlauf von *a—f*. Es tritt somit nach erfolgtem Reiz die Zuckung nicht zu gleicher Zeit ein, sondern erst nach einer kurzen Frist, welche Helmholtz auf Grund zweifach angestellter Messungsmethoden auf $^1/_{100}$ Secunde beziffert. Diese kurze Frist wird latentes Stadium der Reizung (latente Reizung) genannt. Erst nach dieser folgt die eigentliche Contraction, welche etwa nach $^{15}/_{100}$ Secunde das Maximum (*c*) erreicht und dann etwas rascher (die Curve fällt steiler ab) gegen den Ruhezustand zu eilt, welcher bei *d* eintreten würde, doch infolge der elastischen Schwingungen des Muskels (*d e f*) erst bei *f* vollendet wird. Die Gesammtcontraction des Muskels dauert

etwa $^1/_{10}$ — $^1/_6$ Secunde; den Abschnittt *b c* der dargestellten Curve bezeichnen wir als Stadium der wachsenden, den Theil *c d* als das der schwindenden (abnehmenden) Energie.

Wird der Muskel an einer Stelle gereizt, so contrahirt er sich, doch dehnt sich seine Verdickung nicht allsogleich auf das ganze Muskelrohr aus, sondern man kann wahrnehmen, wie die Contraction von der Reizstelle an eine entferntere Parthie, d. h. die Contractionswelle sich weiter erstreckt. Wenn an einem Muskel auf zwei Stellen Hebel applicirt werden, die mit ihren freien Enden eine berusste Fläche berühren und man reizt den Muskel vor der Ansatzstelle des ersten Hebels mittelst des elektrischen Stromes, so wird die interessante Wahrnehmung gemacht, dass sich der von der gereizten Stelle entferntere Hebel später hebt, beziehentlich ein Zeichen beschreibt, als der näher belegene. Da nun die Entfernung — der Abstand — zwischen beiden Hebeln, ebenso aber auch die Zeit bekannt ist, zwischen welcher die beiden Hebel markirten, so kann aus diesen Werthen die Geschwindigkeit der Contractionswelle berechnet werden. Aeby setzt dieselbe für den Froschmuskel auf 1 Meter, später Bernstein auf 3·2—4·4, nach ihm Valentin auf 4·3 Meter pro Secunde fest. Hermann beziffert diese Geschwindigkeit nach Versuchen an Menschen mit 10—13 Meter pro Secunde.

Unter Muskelthätigkeit verstehen wir die Kraft- und Hubfähigkeit (Arbeit) des Muskels. Letztere wird durch die Höhe bestimmt, auf welche der Muskel ein bestimmtes Gewicht (Last) erhebt; oder durch jenes grösste Gewicht, welches auf den stärksten Reiz zur geringsten Höhe emporgehoben wird. Die Grösse der Hubkraft hängt von der Länge, die Kraft des Muskels von dem Querdurchmesser desselben, also von der Menge der Primitivfibrillen ab.

Die Arbeitsleistung des Muskel $A = P h$; wobei $P =$ die gehobene Last und $h =$ die Hubhöhe bedeutet.

Während des Tetanus hebt der Muskel gleichfalls eine Last in die Höhe, doch trägt er während der ganzen Contraction blos die einmal gehobene Last und nicht mehr; er löst also keine Arbeit im mechanischen Sinne aus. Im Grunde genommen verrichtet trotzdem der Muskel eine Arbeit (innere Arbeit nach Rosenthal); da die mechanische Leistung, nämlich die Veränderung des Agregatzustandes, zu Molecularbewegung und Wärme umgesetzt wird. Für diese innere Arbeit des Muskels spricht der Umstand, dass der tetanisirte Muskel Muskelgeräusche gibt; so wird z. B. bei Contraction der Armmuskeln (durch das Stethoskop) ein tiefer Muskelton vernommen. Nach Helmholtz genügen 16 bis 18 isolirte Reize in der Secunde zum Hervorrufen von Tetanus.

Die Kraft der Muskelcontraction ist beim Menschen und den Thieren verschieden. Hermann fand solche für den Gastrocnemius des Frosches bei einmaliger Contraction nicht höher als 400 Gr.; im Tetanus zeigte dieselbe 900 Gr.; nach Rosenthal sogar 1000—1200 Gr. Rosenthal berechnet aus dieser Zahl den Kraftwerth für einen Quadratcentimeter mit 2800—3000 Gr. Weber setzt denselben blos mit 692 an, und berechnet für einen Quadratcentimeter des menschlichen Muskels 1087 Gr.; spätere Beobachter nehmen das 4—8fache dieser Zahlen an.

Chemische und thermische Veränderungen während der Arbeitsleistung des Muskels.

Die während der Muskelthätigkeit erfolgten chemischen Veränderungen bestehen hauptsächlich aus Oxydationen, Spaltungen und Zersetzungen, durch welche der Muskel im Stande ist, mechanische Arbeit zu leisten.

Wir verdanken Helmholtz die an ruhenden und tetanisirten Muskeln der Kaulquappen, Tauben und Frösche constatirte Kenntniss dessen, dass bei Arbeitsleistung der Muskeln deren wässeriger Extract vermindert, die in Alkohol löslichen Bestandtheile vermehrt werden; welche Untersuchungen durch Ranke, ferner durch Nigetiet und Heppner (im Laboratorium von Heidenhain) neuerdings bestätigt wurden. Du Bois-Reymond führte ferner den directen Nachweis, dass der ruhende Muskel alkalisch oder neutral reagirt, während der tetanische eine saure Reaction zeigt, was aus der gebildeten Milchsäure, und wahrscheinlich aus der, durch Spiro im Blute tetanisirter Hunde und Kaninchen gefundenen Fleischmilchsäure (Paramilchsäure, Aethylenmilchsäure) herstammt. Nasse und Weiss fanden ferner in der That Kohlehydrate, genauer 0·6—1% Glycogen im Muskel, und constatirten, dass letzteres während der Muskelthätigkeit aufgebraucht und wahrscheinlich in Zucker und Milchsäure umgewandelt wird. (Bei energischer Muskelthätigkeit wird im Harne Milchsäure ausgeschieden.)

Interessant ist ferner die Wahrnehmung, dass aus dem thätigen Muskel entströmendes Blut am dunkelsten gefärbt erscheint (Cl. Bernard); was durch Verbrauch des Blutfarbstoffes im Muskel erklärt wird. Damit hängt die — übrigens noch nicht definitiv festgesetzte — Thatsache zusammen, dass ein functionirender Muskel aus dem Blute mehr Sauerstoff aufnimmt als ein ruhender. Schliesslich stellte es sich heraus, dass der functionirende Muskel während der Contraction Kohlensäure erzeugt (Matteucci und Valentin). Hermann hingegen constatirte, dass die Kohlensäureabgabe unabhängig von der Oxygenaufnahme erfolgt. Die übrigen angeführten chemischen Bestandtheile erleiden während der Arbeitsleistung keine Veränderung. Aus dem bisher Gesagten ist ferner ersichtlich, dass bei Function des Mus-

kels sowohl fermentative als Oxydations-Processe auftreten. Ersteren entspricht die Zucker- und Milchsäurebildung, letzteren die höhere Oxydation und Mehrabgabe von Kohlensäure. Ebenso wurde erwähnt, dass durch diese chemischen Processe die Spannkräfte in lebendige Kräfte umgesetzt werden, welche entweder als Massen- oder als Molecularbewegung zu Tage treten und in ersterem Falle die Contraction, im zweiten aber Wärme erzeugen.

Helmholtz war der Erste, der die Wärmeerzeugung der contrahirten Muskeln in der Weise nachwies, dass er spitze, thermoelektrische Elemente (s. allgem. Theil) in je einen Gastrocnemius des Froschschenkelpräparates einstach, und die mittelst Drähten an ein Galvanometer geführte Wirkung des thermoelektrischen Stromes bei Tetanisirung der genannten Muskeln durch den Inductionsstrom studirte, wobei sich bei Contraction solcher Muskeln eine Temperatursteigerung um 0·14—0.18° C. ergab. — Heidenhain setzte diese Ziffer auf 0·001—0·005° C. dadurch herab, indem er die thermoelektrischen Elemente nicht in die Muskeln einstach, sondern auf eine — der Mellonischen ähnliche — Thermokette auflegte, in der Weise, dass deren Bewegungen mit dem Apparate zugleich ausgeführt wurden.

Es folgt aus Vorstehendem nunmehr die wichtige Frage: welches die Quelle der Muskelarbeit sei? speciell ob es etwa die Oxydation der nämlichen Substanzen ist, welche eine Dampfmaschine in Bewegung setzen, oder aber diejenige von anderen. Zieht man nun in Betracht, dass bei der Muskelfunction die N-haltigen Substanzen derselben wenig alterirt (zumindest fehlen bisher darüber verlässliche Angaben), während die Kohlehydrate, speciell das Glycogen in Zucker und Milchsäure umgesetzt, zum Theil auch zersetzt werden, schliesslieh aber Kohlensäure erzeugt wird: so kann man die Aehnlichkeit obiger Vergleiche zwischen Muskel- und Maschinenarbeit nicht von der Hand weisen; es ist, während die Maschine zur Hervorrufung der Bewegung Kohlenatome verbrennt, schliesslich die Verbrennung des Kohlenstoffes aus den Kohlehydraten des Organismus zu Kohlensäure auch eben nur dasselbe.

Zahlreiche Versuche, sowohl an Hunden als auch an Menschen, haben gelehrt, dass bei energischer Körperbewegung die Menge der aus dem Organismus abgegebenen Kohlensäure um das Doppelte und Dreifache gesteigert wird, während das Oxydationsproduct der N-haltigen Substanzen, der Harnstoff (Ureum) im Harne nicht vermehrt gefunden wird. Es ist hieraus der Beweis erbracht, dass die Quelle der Muskelarbeit nicht auf der Oxydation der N-haltigen Stoffe, sondern auf derjenigen der Kohlehydrate beruht. Diese Annahme erhält eine Stütze dadurch, dass in ausgeschnittenen Kaninchenmuskeln nach 1/2 Stunde kein Glycogen mehr gefunden wird, zu gleicher Zeit aber auch die Unmöglichkeit einer Arbeitsleistung derselben eintritt; obschon nicht

geleugnet werden kann (und was gegen die Hypothese spräche), dass beim Hungern das Glycogen im Muskel ebenfalls schwindet (Nasse), der Muskel jedoch auch im Hungerstadium functionsfähig ist. — Hiezu bemerkt Nasse, dass bei der in solchem Zustande ausgeführten geringen Muskelarbeit blos eine minimale Menge von Glycogen aufgebraucht wurde, welches wegen seiner verschwindenden Menge im Muskel, der Aufmerksamkeit der Beobachter entging; der Mangel an Glycogen fällt ferner mit demjenigen der Kohlehydrate nicht zusammen; nach Nasse würde somit der Ausfall der Kohlehydratewirkung erst dann bei der Muskelarbeit festgestellt werden können, wenn der Muskel zuckerfrei wäre, was nach den bisherigen Untersuchungen noch nicht festgestellt scheint.

Mit dieser Annahme scheint die von Wolff — an Pferden während ihrer Arbeitsleistung — angestellte Beobachtung im Widerspruche zu stehen. Seine Versuchsthiere verbrauchten eine nicht unbedeutende Menge Eiweisssubstanzen. Die Erklärung dafür findet Munk in dem Umstande belegen, dass bei gesteigerter Arbeit eine Steigerung der Athmungsfrequenz und der Kohlensäureabgabe erfolgt; und der Verbrauch von grosser Menge Kohlenstoff mit dem Verbrauch der Fette des Körpers zusammenfällt. Ist das Versuchsthier jedoch fettarm, wie zumeist Pferde, so kommt das Plus des Verbrauches auf Rechnung der Eiweisssubstanzen, wobei nicht auszuschliessen ist, dass bei der grossen Muskelmasse des Pferdes während angestrengter Arbeitsleistung auch ein erheblicher Muskelverbrauch eintritt und dadurch eine grössere Menge Stickstoff durch den Harn entleert wird, als erwartet wurde.

Bezüglich der Lebensdauer der Muskeln ist zu bemerken: Ausgeschnittene Muskeln von Säugethieren bleiben in Zimmertemperatur und feuchter Luft nicht über ½ Stunde zuckungsfähig; Froschmuskeln hingegen — längere Zeit, manchmal tagelang. In niederer Temperatur (0—1° C) und vor dem Austrocknen geschützt, wurden letztere auch 8—10 Tage lang functionsfähig erhalten, hingegen macht eine Temperatur von 40° C dieselben rasch functionsunfähig. Wenn der Muskel nicht mehr reagirt, werden an demselben verschiedene Erscheinungen wahrnehmbar; solche treten am Muskel der Säugethiere rasch nach dem Absterben auf, und zwar werden die Muskeln ¼—7 Stunden nach Aufhören der Respiration und Herzbewegungen starr; man nennt diesen Zustand Muskel- oder Todtenstarre.

Die Muskelstarre beginnt an den Kau-, Gesichts- und Nackenmuskeln in angeführter Reihenfolge (Nysten), geht dann auf den Stamm, dann die vorderen (oberen), schliesslich auf die hinteren (unteren) Extremitäten über, und löst sich nach 10—18-stündiger Dauer wieder, und zwar in derselben Reihenfolge als der Eintritt der Erstarrung erfolgte.

Brücke sprach diesbezüglich in den Vierzigerjahren bereits seine Meinung dahin aus, dass die Muskelstarre ihren Ursprung in der Ueberführung eines flüssigen Bestandtheiles des Muskels

in festen Zustand haben müsse, worauf die Richtigkeit dieser Ansicht experimentell von Kühne nachgewiesen wurde. Letzterer constatirte nämlich das Vorhandensein von Myosin (Muskelalbumin) im Muskelserum, als einer in 10% Kochsalzlösung leicht, ebenso in 0·1% Salzsäurelösung löslichen, in Wasser aber unlöslichen Substanz, welche zu Syntonin (Säurealbumin, Muskelfibrin) umgewandelt wird. Werden Muskeln mit 10% Kochsalzlösung ausgespritzt, so erstarren sie nicht, weil das die Starre bewirkende Myosin durch das Kochsalz extrahirt wird. Als Theilerscheinungen der Muskelstarre treten auf: a) die Gerinnung von Myosin, b) die Ueberführung von Glycogen in Fleischzucker, c) Milchsäurebildung aus dem Muskelzucker und d) Freiwerden von Kohlensäure.

Die Starre tritt bei warmblütigen rascher ein, als bei kaltblütigen Thieren und steht mit dem Sauerstoffbedürfnisse in directem Verhältniss. Die Erstarrung wird durch Wärme, Contraction, Dehnung oder Belastung der Muskeln befördert, durch Kochen derselben, Alkohol (dessen endgiltige Wirkung noch nicht erwiesen), Oxygen (Muskeln erstarren in Sauerstoffgas langsamer, als bei Mangel desselben), Kochsalz, Bluttransfusion durch den Muskel, und concentrirte Lösungen der Alkalisalze, gehemmt.

Die Kohlensäurebildung wurde von Dubois-Reymond als Folge eines Fermentationsprocesses, hingegen von Pflüger und Stinzing auf Grund von Experimenten als Dissociationsprocess angenommen; Nasse gibt die Möglichkeit des Entstehens nach beiden Arten zu.

Contraction und chemische Zusammensetzung der glatten Muskelfasern.

Die quergestreiften Muskeln besitzen, wie später erörtert werden soll, isolirte Erregbarkeit. Wir verstehen darunter, dass der Reiz (die Erregung) von einer Muskelfaser auf die andere nicht überzugehen vermag. Ueberzeugung verschafft man sich leicht davon, wenn mehrere Muskelfasern (aus dem M. sartorius des Frosches) auf mikroskopische Elektroden gebracht und durch den Inductionsstrom gereizt werden. In diesem Falle kommen nur die einzelnen, gerade auf beiden Elektroden belegenen Muskelfasern in Contraction, die daneben liegenden, die Elektroden nicht berührenden aber nicht. Anders gestaltet sich der Vorgang — wie aus Untersuchungen von Engelmann bekannt — bei den aus glatten Fasern zusammengesetzten organischen Muskeln.

Engelmann schnitt nämlich einzelne kleine Stückchen des Herz- und Harnleitermuskels derartig entzwei, dass die beiden Theile blos durch eine kleine Brücke zusammenhingen. Wurde

nun der eine Theil gereizt, so trat in demselben Contraction, darnach aber auch in dem zweiten mit Nerven nicht zusammenhängenden Theile auf. Daraus folgerte er nun, dass der Reiz von einer Muskelzelle zu der andern, und zwar ohne Vermittelung des Nerven, von Zelle zu Zelle übertragen werde und Contraction hervorrufe.

Die Zusammenziehung der glatten Muskeln ist im Vergleiche mit derjenigen der quergestreiften eine äusserst langsame. Bei Reizung mit dem Inductionsstrome verstreicht eine lange Frist, ehe die Contraction eintritt. Sowohl das latente, als auch die sämmtlich anderen Stadien der Contraction quergestreifter Muskeln dehnen sich bezüglich der Stadien der glatten auf mehrere Secunden aus, so dass deren Zusammenziehung mit freiem Auge verfolgt werden kann.

In Hinsicht auf die chemische Zusammensetzung können die glatten Muskeln jedoch mit der quergestreiften verglichen werden. Ihre Reaction ist zumeist neutral oder alkalisch (Du Bois-Reymond), blos der Schliessmuskel von Anodonta reagirt im lebenden Zustande sauer (J. Bernstein) [wozu Nasse richtig bemerkt, dass dieser Muskel eigentlich nie ruht, sondern sich stets in einem gewissen Contractionszustande befindet]; ebenso wurden die Muskeln des sich contrahirenden Uterus sauer reagirend gefunden.

Die glatten Muskeln können ebenfalls starr werden, was wahrscheinlich ebenfalls durch Myosin zu Wege gebracht wird. Die in den quergestreiften Muskeln vorhandene und bei 45 bis 49° C gerinnbare Eiweisssubstanz, das Musculin, wurde von Heidenhain und Hellwig gleichfalls für die glatten nachgewiesen. Nach M. S. Schultze enthalten dieselben grosse Mengen von Alkalialbuminat, auch lösliches Eiweiss. Die darin befindlichen Albumine gehen bei Zusatz von diluirter Salzsäure in Syntonin über. Hämoglobin ist gleichfalls vorgefunden. Nach Lancaster sind die glatten Muskeln des menschlichen Rectums rothgefärbt. Lehmann fand in den glatten Muskeln Kreatin; Brücke (in der Magenmuskulatur vom Schweine) Glycogen; Lehmann auch Inosit. Die Fette, das Wasser, die Aschenbestandtheile und Gase sind bisher für die glatten Muskeln noch nicht genau bestimmt worden.

Elektrische Eigenschaften der Muskeln.

Die elektrischen Eigenschaften der Muskeln gelangen am besten an parallel verlaufenden Muskelfasern zur Wahrnehmung. Man kann einen derartigen Muskel (z. B. der Sartorius vom Frosche) als Cylinder betrachten, bei welchem die Mantellänge

den natürlichen Längsschnitt, die beiden Enden aber die natürlichen Querschnitte darstellen. Werden die beiden Enden des Muskels abgeschnitten, so betrachtet man diese als künstliche Querschnitte; durch einen Längsschnitt werden die Ränder der letzteren zum künstlichen Längsschnitte. Ein derartig abgetrennter Muskel wird als Muskelprisma bezeichnet, während dessen Mitte als Aequator, die von diesem gleichmässig abstehenden Punkte als symmetrische Punkte benannt werden.

Der Strom des ruhenden Muskels kann mittelst Galvanometer, Telephon-, Quadrat-Elektrometer, ferner mittelst Jodkaliumkleister-Reaction demonstrirt werden; am einfachsten jedoch durch den physiologisch-stromprüfenden Apparat, — das Rheoskop — welcher an ein Froschschenkelpräparat derartig angebracht wird, dass man an die gesetzte Muskelfläche ein rasch ausgeschnittenes Nervenstückchen legt, welches den Längs- und Querschnitt des Muskels trifft. Am einfachsten gelingt das Experiment, wenn ein Muskelnerv mittelst Hacken zurückgebogen und an den rasch durchtrennten Querschnitt des Muskels angesetzt wird. In diesem Falle tritt die sogen. metallfreie Zuckung ein. Neuerer Zeit hat Hering konstatirt, dass durch Aussenschliessung des eigenen Stromes des Muskels dieser gereizt werden könne, wodurch der Umstand erklärlich wird, dass ein mit künstlichem Querschnitte versehener Muskel zuckt, sobald er mit einem Ende in Leitungsflüssigkeit getaucht wird. Beim Herausheben aus derselben tritt keine, bei wiederholtem Eintauchen aber erneuerte Zuckung ein.

Dubois-Reymond stellte nun als Gesetz auf, dass jeder Punkt des natürlichen und künstlichen Querschnittes des Muskels negativ elektrisch ist, gegenüber allen Punkten des natürlichen oder künstlichen Längsschnittes. Wird demnach (nach den im allgemeinen Theile bereits besprochenen Methoden) zwischen die nicht polarisirenden Elektroden der mit dem Galvanometer verbundenen Drähte ein Muskelprisma derartig eingespannt, dass die eine Elektrode den Längsschnitt, die andere den Querschnitt berührt, so kommt ein Strom zu Stande, der vom Längsschnitte zum Querschnitte gerichtet ist, oder im Muskel vom Querschnitte zum Längsschnitte fortläuft.

Weitere Untersuchungen haben ferner erwiesen, dass die verschiedenen, dem Aequator näher belegenen Punkte des Längsschnittes positiv im Vergleiche zu den entfernter belegenen sind. Dasselbe ist an beiden Enden, den sogen. Polen (Fig. 129. *S—S*) des Muskel-Prismas der Fall (die Pole liegen in der Längsaxe des Prismas in der Mitte der Enden des Muskel-Querschnittes). Man kann nun von den, den Polen näher gelegenen Punkten zu den entfernteren Ströme ableiten; es sind

somit die ersteren, zu den Polen näheren Punkte im Vergleiche mit letzteren, von den Polen entfernteren Punkten, gleichfalls positiv.

Wenn die Elektroden derartig auf das Muskelprisma angesetzt sind, dass ein Strom entsteht, so ist die sogen. wirksame Anordnung vorhanden, und zwar eine stark wirksame Anordnung dann, wenn die Elektroden den Längs- und Querschnitt berühren; eine schwach wirksame hingegen, wenn die nicht symmetrischen Punkte entweder blos des Längs- oder blos des Querschnittes berührt werden. Von unwirksamer Anordnung spricht man in jenem Falle, wo die Elektroden symmetrischen Punkten des Längs- oder Querschnittes anliegen.

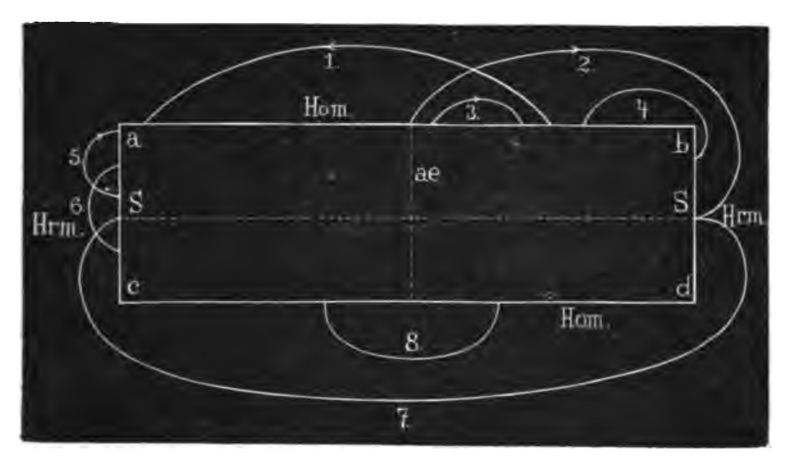


Fig. 129. Ströme im Muskelprisma. *ca* = Aequator; 1, 3, 5 = schwache, 2—4 = starke 6, 7, 8 = unwirksame Anordnung.

Diese Verhältnisse sind in Fig. 129 — ein Muskelprisma mit den darin entstehenden Strömen darstellend — zur Anschauung gebracht. Und zwar stellt *a, b, c, d* den Längsschnitt, *ac*, *bd* die Querschnitte, *ae* den Aequator; die mit 1, 3, 5 bezeichneten Ströme die schwach, die mit 2, 4 bezeichneten die stark wirksame, schliesslich die mit 6, 7 und 8 bezeichnete die unwirksame Anordnung dar.

Die positive elektrische Spannung ist beim Längsschnitte am grössten zunächst dem Aequator und vermindert sich stetig gegen den Querschnitt, wo dieselbe gleich Null, und in die negative Spannung des Querschnittes übergeht. Diese wächst stetig vom Ende des Querschnittes bis zu den Polen. Es werden daher die stärksten Ströme dann erhalten, wenn der Aequator mit einem Pole (2) verbunden wird.

Je länger und je dicker das Muskelprisma, um so intensiver ist dessen elektromotorische Kraft (um so stärker die darinnen entstehenden Ströme).

Glatte Muskelfasern erzeugen nur geringe Ströme.

Die elektromotorische Kraft des Muskels ist von verschiedenen Factoren abhängig. Als solche kennen wir den Lebenszustand, das Absterben, Ermüdung des Muskels, thermische Einflüsse, Durchtränkung mit Blut u. s. w.

Ebenso ist die Muskelcontraction selbst von Einfluss auf die eigene elektromotorische Kraft. Bei Thätigkeit des Muskels vermindert sich die elektromotorische Kraft. Diese Erscheinung wird an einem ausgeschnittenen und noch pulsirenden Herzen deutlich, wenn dessen Strömung mittelst Elektroden an ein Galvanometer geleitet werden. Bei jedem Herzschlage macht die Magnetnadel des Galvanometers aus den früheren Excursionen einen Rückschlag, um bei jeder Diastole einen erneuerten Ausschlag zu vollbringen. Man bezeichnet diese Verminderung als: negative Schwankung des Muskelstromes. Die von der Oberfläche des Muskels abzuleitenden Ströme werden der im Innern des Muskels vorhandenen elektromotorischen Kraft zugeschrieben.

Allgemeine Gesetze der Skelettbewegungen.

Die Grundsätze der Mechanik machen sich bei den Bewegungen des Menschen und der Thiere gleichfalls geltend; so dass diese nur nach den Grundsätzen derselben vor sich gehen, die Bewegungsorgane sind demnach den Anforderungen der Mechanik entsprechend zweckmässig gewählt und gebaut.

Die Organe für die Bewegung sind — wie bereits gemeldet — die Muskulatur und in zweiter Linie die Knochen, mitsammt deren Gelenken und Bändern.

Die Knochen sind nach den Gesetzen des Hebels angeordnet und wirken als solche; die an ihnen haftenden beweglichen Muskeln greifen nach den Gesetzen des Parallelogrammes der Kräfte an gewisse Punkte der Knochenhebel und functioniren als Seitenkräfte. — Man kann nun die Wirkung, Intensität und Richtung der Knochenbewegung bei Kenntniss dieser Seitenkräfte in die entsprechende Intensität und Richtung der Kräfte, genau nach mechanischen Principien bestimmend umsetzen. Die meisten Hebel des Organismus sind einarmige. Die Ansatzpunkte der Muskeln liegen zumeist nahe dem Drehpunkte; aus welchem Grunde die Muskeln eine grosse Kraft ausführen, und ausserdem noch den Vortheil birgt, dass die Bewegungen mit grosser Geschwindigkeit ausgeführt werden können. Wir nennen Hebel, deren Kraftangriffspunkt näher dem Drehpunkte belegen sind, als demjenigen

der Last, Wurfhebel. Die Hebelvorrichtungen des Organismus gehören der Mehrzahl nach in diese Categorie.

Die Knochen werden untereinander beweglich entweder durch Symphysen oder durch Gelenke verbunden. In den Gelenken werden die mit Gelenksköpfen und Knorpeln versehenen Knochen ausser der Gelenkskapsel, den Bändern und den Weichtheilen noch durch den atmosphärischen Druck in der Lage erhalten.

Das Stehen.

Das Stehen ist eine Gleichgewichtsstellung des Körpers, in welcher der bewegende Theil beim Menschen durch zwei, beim Vierfüsser durch vier Säulen — die vier Extremitäten — gestützt wird. Ein Thier steht um so fester, je grösser die von den vier Füssen abgegrenzte Fläche — die Stützfläche — im Vergleiche zur Höhe des Schwerpunktes des Körpers ist. Demgemäss ist es klar, dass, je niedriger ein Thier, und je entfernter dessen Füsse von einander sind, es um so sicherer stehen können muss. Beim Stehen wird die wenigste Muskelarbeit ausgelöst.

Die Knochen verlaufen zudem nicht in gerader Richtung, sondern bilden miteinander Winkel. Die Knochen der vorderen Extremitäten der Thiere bilden drei, die der hinteren aber vier Winkel von constanter Grösse. An den vorderen Extremitäten des Pferdes zeigen die Winkel folgende Grösse: 1. Zwischen Schulterblatt und Armbein 100—110°: 2. zwischen Armbein und Vorarm 140—150°; 3. zwischen dem Schienbein und Fesselbein 140°. An den Hinterbeinen: 1. Zwischen Becken und Oberschenkelbein 90—100°; 2. zwischen Ober- und Unterschenkelbein 120—130°; 3. der Winkel am Sprunggelenke 150°; 4. zwischen Schienbein und Fesselbein 140°. (Schmidt-Mülheim.)

Die Bewegungen und deren graphische Darstellung.

Die Bewegungen der Hausthiere werden durch die Extremitäten in der Weise mittelst der Muskulatur ausgeführt, dass die Winkel der Extremitäten entweder grösser (beim Strecken) oder kleiner (beim Beugen) werden. Die Fortbeförderung des Körpers geschieht zum grössten Theile durch die hinteren Gliedmassen und zwar durch deren Streckung, da sie vom Schwerpunkt entfernt stehen und sich daneben beträchtlich zu verlängern im Stande sind; während die vorderen Gliedmassen weniger streckbar sind, und da sie nahe dem Schwerpunkte fallen, mehr zur Stütze verwendet werden.

Bei der Bewegung üben die Extremitäten auf den Boden einen Druck aus; infolge dessen der Boden, falls er beweglich wäre, nach unten und hinten geschoben werden müsste. Da jedoch

der Boden mehr minder diesem Drucke Widerstand leistet, so muss der auf die Schenkel ausgeübte Druck auf den Stamm übertragen und dieser nothwendigerweise nach vorne geschoben werden; und dies um so ausgiebiger und mit weniger Kraftverschwendung, je fester der Boden ist, d. h. je mehr er dem Drucke der Extremitäten einen Widerstand entgegenbringt.

Die einzelnen Phasen der Bewegungen der Thiere können bezüglich ihrer Einzelheiten mit dem Auge nicht verfolgt werden; und sind aus diesem Grunde Methoden zur Fixirung der Bewegungen der Pferde im Schritt, Trab und Galopp, ebenso für den Flug der Vögel ersonnen worden. Eine der ältesten und primitivsten Methoden bestand in der Fixirung der Hufe und Hufspuren des Pferdes, zusammengehalten mit dem abwechselnden Schalle des Hufschlages. Jedoch sowohl diese, als auch die von Ellenberger und Anderen vor ihm befolgte Methode, in der Beobachtung der Töne verschiedener, an den Gliedmassen der Thiere angebrachter Schellen, und deren einzelnem oder vereintem Klingen bei den verschiedenen Bewegungen der wechselnden Extremitäten bestehend — führte zu keinem, in der Gesammtheit übereinstimmenden Resultate, wenngleich sie in vieler Beziehung gute Dienste leistete. Bedeutend vervollkommnet sind diese Darstellungen durch die ältere Marey'sche graphische — die neuere Duval-Marey'sche photographische — ebenso durch die neueste Gerlach'sche Methode.

Die graphische Methode von Marey ist in den nachstehenden Figuren zur Anschauung gebracht.

In Fig. 130 ist das Instrument zur Aufzeichnung der Bewegungen des Menschen dargestellt, welches aus einem tragbaren und durch ein Uhrwerk drehbaren berussten Cylinder und darauf passenden Hebeln besteht. Diese letzteren stehen mit Marey'schen Trommeln (vergl. die graphische Darstellung der Athmung) in Verbindung, deren Luft durch Kautschukröhren mit Kautschukpantoffeln comunnicirt, welch letztere mit doppelten Sohlen versehen sind, zwischen denen ein Luftraum belassen ist. Eine zweite Kautschukröhre führt zu einem ähnlichen, mit Marey'scher Trommel verbundenen Apparate am Kopfe. So oft nun der Mensch während der Bewegungen auf die Pantoffeln tritt, und diese vom Boden erhebt, ebenso wenn er den Kopf bewegt, muss die Luft der Schuhe und des Kopfapparates, ebenso diese in den Marey'schen Trommeln in Schwingung versetzt werden und diese, die mit letzteren zusammenhängenden Hebel in Bewegung setzen, welche wieder Zeichen an die berusste Fläche abgeben, aus denen man die Aufeinanderfolge der Bewegungen der Gliedmassen, und (wenn mittelst Chronograph auch die Zeit auf dem berussten Cylinder aufgezeichnet war) die Zeitwerthe auf das Genaueste bestimmen kann. Die Construction

des Pantoffels ist auf Fig. 132, I dargestellt; die Gebrauchsanweisung und Verwendung dabei leicht verständlich.

Zur Aufzeichnung der Bewegungen des Pferdes werden an die Extremitäten eines solchen, oberhalb der Fesseln und an den Hufen die in Fig. 132, II und III gezeichneten Apparate angebracht. Ein solcher (III) stellt eine mit dünner Kautschukmembran überzogene kleine Trommel dar, auf deren Membran ein kleiner Hebelapparat einen Druck ausübt. Wird die Extremität gehoben, so beugen sich die Beugesehnen, die Trommelmembran wird gespannt und die durch das verbindende Kautschukrohr in Schwingung versetzte Luft an den Apparat, in der Hand des Reiters befindlichen und oben erläuterten Instrumentes geführt. In anderen Fällen befestigte Marey am Fusse des Pferdes einen doppelwandigen Hufschuh aus Kautschuk; dessen Construction darin bestand, dass beim Auftreten die zwischen



Fig. 130. Methode zur graphischen Darstellung der Körperbewegungen vom Menschen nach Marey.



Fig. 131. Graphische Aufnahme der Bewegungen vom Pferde nach Marey's Methode. Zeichnung von Marey.

den doppelten Kautschuksohlen befindliche Luft verdichtet und beim Erheben vom Boden verdünnt wurde. Die aus dem Hufschuhe abgehende Kautschukröhre vermittelt auf bereits oben dargestellte Weise die Uebertragung auf den Schreibapparat.

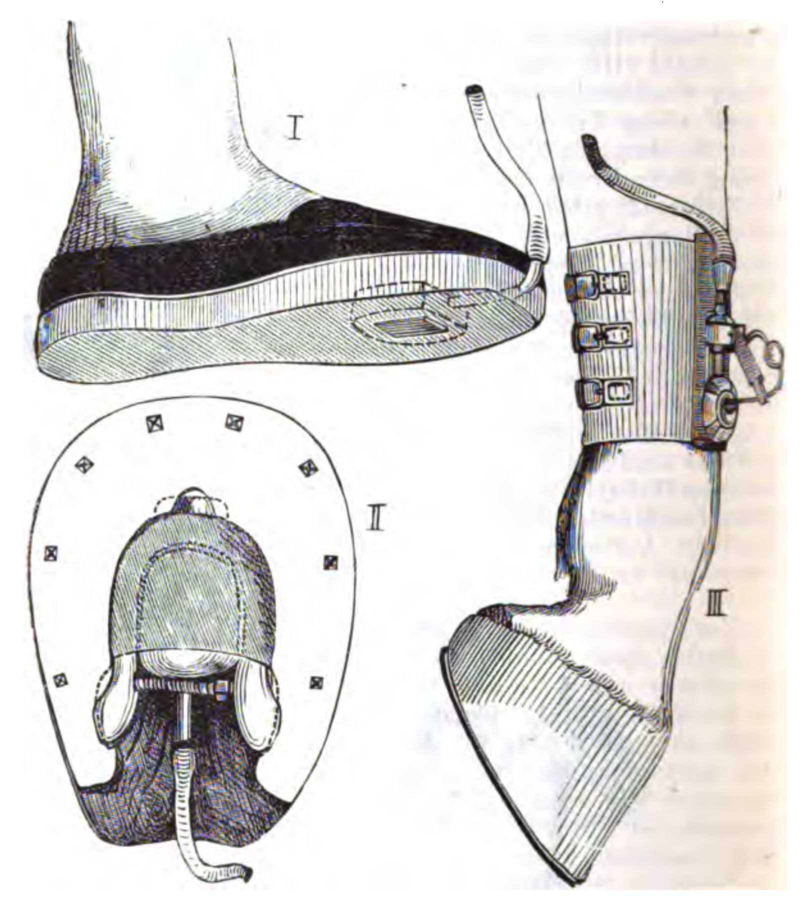


Fig. 182. Instrumente von Marey zur Aufzeichnung der Bewegungen des Menschen (I) und des Pferdes (II u. III) (nach einer Zeichnung von Marey).

Die photographische Methode kommt derartig zur Anwendung, dass mit Hilfe sogenannter momentan lichtempfindlicher Platten mehrere Bilder in dem Moment angefertigt werden, als die Bewegung vollführt wird, und aus den hintereinanderfolgenden Bewegungsmomenten sämmtliche combinirte Bewegungen des Thieres construirt werden. Marey u. A. haben neuester Zeit eine Art photographischer Drehscheibe mit momen-

tan lichtempfindlichen Platten (Revolver) in Anwendung gebracht, durch deren Anwendung in minimalsten Zeiträumen ($^1/_{1000}$ bis $^1/_{2000}$ Secunde) die feinsten Details der Thierbewegungen fixirt werden können.

Die photographische Methode von Muybridge für Bewegungsaufnahmen besteht:

Das Thier bewegt sich auf einer Bahn, auf welcher nahe dem Boden feine Fäden gespannt sind. Diese werden unter den Bewegungen des Thieres zerrissen; mit jedem Zerreissen eines Fadens jedoch elektrische Ströme geschlossen, welche Elektromagneten in Thätigkeit versetzen, die wieder Metallhebel an sich ziehen, wodurch die entsprechenden und in einer Reihe aufgestellten 24 Objective des photographischen Apparates frei gelegt werden. Dem photographischen Apparate gegenüber ist eine grosse weisse Wand angebracht, damit das Thier sich an dem lichten Hintergrunde gut abhebe. Ausser den 24 Apparaten sind deren noch 4 aufgestellt; durch letztere erfolgt die Aufnahme des Thieres von vorne, hinten und von der rechten und linken Seite.

Gerlach's Methode zur Aufzeichnung der menschlichen Bewegungen ist im Wesentlichen folgende: An die Füsse des Menschen werden Schuhe angebunden, an denen drei mit flüssigem Farbstoffe gefüllte Stifte befestigt sind; mit denen der Betreffende über ein auf den Boden gespanntes etwa 10 Meter langes Papier schreitet und die Bewegungen der Füsse in Farbenpunkten darstellt.

Zur Aufzeichnung der Bewegungen des Körperstammes und der Extremitäten werden dann spritzenförmige Apparate aufgebunden, welche durch Kautschukröhren mit kleinen, farbeführenden Reservoiren in Verbindung stehen; bei Eröffnung des Sperrhahnes wird nun bei Bewegung die Farbe bald in der Richtung nach vorne oder rückwärts, oder aber senkrecht ausgespritzt und aus der Richtungslinie auf die Flexionen der Extremität geschlossen. Die erstere Methode wird Abdrucksmethode, die damit combinirte letztere Spritzmethode geheissen.

Gerlach verzeichnete ausserdem die Bewegungen des Menschen auf elektromagnetischem Wege graphisch, und zwar auf eine rotirende Kymographiontrommel. Zu diesem Zwecke liess er sich Filzschuhe mit Doppelsohlen verfertigen, deren untere aus Hartkautschuk bereitete Sohle durch Metallstifte mit den unter der Filzsohle befindlichen Kupferplatten bei jedem Auftreten in Berührung treten, und dadurch einen elektromagnetischen Signalapparat in Action setzen, welcher dann die Curven auf eine Kymographiontrommel aufschreibt.

Verfasser lässt neuester Zeit kleine Thiere und Insekten über eine berusste Papierfläche hinwegschreiten und überzieht dann letztere mit einer

Schellacklösung behufs Fixirung. Eine fernere Methode des Verfassers besteht darin, dass auf jedes Fusspaar von Insecten kleinste Wattebäuschchen angebracht und je ein Paar mit anderer Farbe versehen, das Thier aber über ein weisses Papier geleitet wird; indem man zur Erziehung gerader Linie mittelst Scheidewänden (Lineal) eine Gasse bildet, in der das Thier fortschreitet oder läuft. Wird zudem der Stamm oder der Bauch ebenfalls mit Farbe angestrichen oder aber daran ein Wattebäuschchen befestigt, so erhält man zugleich die Directionslinie des Thieres. Man kann daraus die Grösse des Schrittes, die Richtung der Bewegung und den Wechsel der Extremitäten entnehmen, ferner auch die einzelnen Zeitwerthe der Bewegungen bestimmen, wenn die Zeit des Abschreitens der Papierfläche gekannt ist.

Endlich construirte Verfasser noch einen kleinen Apparat, welcher Thiere (Käfer) derartig suspendirt hält, dass sie die Schwimmbewegungen oder solche in der Luft ausführen, die an ihren Extremitäten fixirten Hebel aber auf einen berussten rotirenden Cylinder die Bewegungen aufschreiben. Mittelst eines Ludwig'schen oder eines Breguet'schen Chronograph können (auch $^1/_{100}$) Secunden unter den Curven verzeichnet werden. (Das Instrument als auch die diesbezüglichen Untersuchungen sind bisher noch nicht veröffentlicht.)

Stehen, Sitzen und Bewegungen des Menschen.

Das Stehen. Das Stehen ist der senkrechte Gleichgewichtszustand des Körpers, in welchem die Schwerpunktlinie (die aus dem Schwerpunkt des Körpers gezogene Senkrechte), auf die Stützfläche der beiden Fusssohlen (Bodengrund) fällt. In gerader gestreckter (sogen. Soldaten-) Stellung wird der mit Gelenken versehene Körper zur unbeweglichen Säule fixirt. In diesem Fall ist der Kopf an die Wirbelsäule, diese aber besonders an den leichten beweglichen Parthieen durch die Muskulatur des Nackens und der Lenden fixirt.

Das Sitzen. Unter Sitzen verstehen wir jenen Gleichgewichtszustand des Körpers, bei welchem der Körper auf die Sitzknorren (Tubera ischii) gestützt ist, jedoch auf diesen Punkten sich nach vor- und rückwärts zu beugen vermag.

Das Gehen. Man fasst darunter eine durch die abwechselnde Thätigkeit der beiden Extremitäten bedingte horizontale Weiterbeförderung auf. Die Brüder Weber constatirten, dass beim Gehen des Menschen bald die eine untere Extremität den Körper trägt (active Extremität) und die andere dabei unthätig verharrt (passive Extremität) und umgekehrt. Es tritt somit jedes Bein in je ein actives und passives Bewegungs-Stadium. Die einzelnen Phasen des Gehens sind: 1. Das active Bein steht senkrecht, im Kniegelenke leicht gebeugt und stützt den Schwerpunkt des Körpers. Zu dieser Zeit ist das passive vollständig gestreckt und berührt den Boden blos mit der grossen Zehe. 2. Das active Bein geht aus der senkrechten in eine nach vorne gebeugte schiefe Richtung über. Zur Erhaltung des Körpers in derselben Höhe verlängert sich die active Extremität dadurch, dass die Kniebeugung ausgeglichen wird, wobei sich der Absatz (die Ferse) vom Boden erhebt, schliesslich auch durch

Erheben des Fusses auf die grosse Zehe. Während dessen hat die passive Extremität durch Erheben der grossen Zehe des Fusses den Boden verlassen, und macht, sich im Knie etwas beugend — eine pendelartige Bewegung, wodurch der Fuss der Extremität um ein ebenso grosses Stück weiter getragen wird, als der Fuss der activen Extremität vorher nach rückwärts von dieser stand. Dabei angelangt, setzt nun der Fuss seine Sohle auf den Bodengrund mit der Fläche auf. Der Schwerpunkt wird nun auf die jetzt activ werdende Extremität übertragen, welche nunmehr im Knie etwas gebogen wird, jedoch senkrecht steht. Hierauf wiederholt sich neuerdings das erste Stadium der Bewegung (der Schritt). Wir unterscheiden die Dauer und Länge des Schrittes; beide hängen vom Willen, der Muskulatur und der Länge der Extremitäten ab. Das Laufen unterscheidet sich vom schnellen Gehen dadurch, dass dabei einzelne Momente vorhanden sind, in welchen der Boden von keinem Fusse berührt wird, der Körper somit in der Luft schwebt. Die active Extremität drückt hiebei mit grosser Kraft auf den Boden auf, und gibt — indem sie sich aus der gebogenen Stellung rasch und mit Energie in die gerade übersetzt — dem Körper eine Stosskraft, vermöge welcher er vom Boden bis zu einer bestimmten Höhe fortgeschleudert wird.

Bewegungen des Pferdes.

1. Der Schritt ist aus vier Akten zusammengesetzt; und zwar aus dem Wechsel der linken vordern, der rechten hintern, der rechten vordern und der linken hintern Extremität. Die

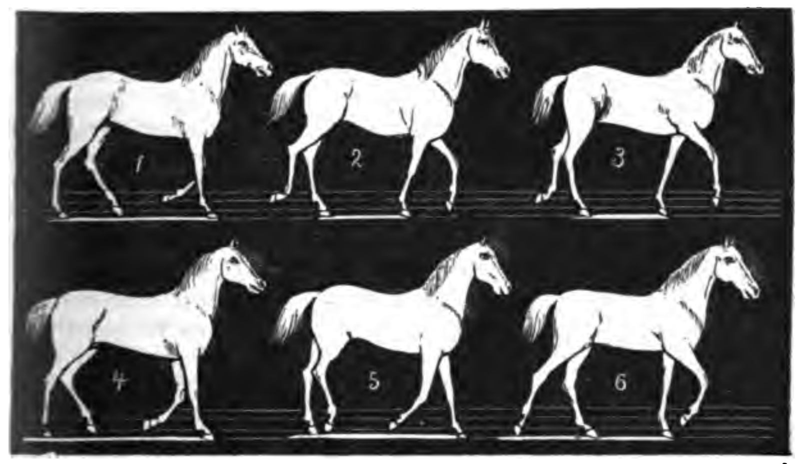


Fig. 183. Die Schrittbewegungen des Pferdes, nach einer Momentaufnahme (Zeichnung nach Schmidt-Mülheim). Die dickere Linie unter den Füssen bezeichnet den Boden, die dünneren horizontalen den Grad der Extremitätenemporhebung vom Fussboden.

vorstehenden, auf photographischem Wege gewonnenen Zeichnungen der Figur 133 (1/2000tel Secundenaufnahme) geben die Phasen der einzelnen Bewegungen.

Bei Zeichnung 1 sieht man den Vordertheil des Körpers auf dem rechten Vorderfuss ruhen, während der linke Hinterfuss vorgesetzt ist und vom Thiere eben auf den Boden gebracht werden will; zugleich ist der linke Vorderfuss nach hinten gebeugt, der rechte Hinterfuss jedoch gestreckt. Zeichnung 2 stellt ein etwas späteres (das zweite) Stadium des Schrittes dar, wo das Thier den rechten Vorderfuss streckt und dabei nach hinten sich neigt, mit dem linken Hinterfusse aber den Körper in beinahe gerader Richtung stützt; den linken Vorderfuss aber nach abwärts beugt und nach vorwärts hält, schliesslich den rechten Hinterfuss nach der Streckung erhebt und den Körper nach vorwärts zu schieben versucht. Zeichnung 3 lässt sehen, wie der rechte Hinterfuss eben auf den Boden aufgesetzt wird, der linke Vorderfuss wurde durch das Thier vorher niedergesetzt und steht derselbe nunmehr nach hinten (rückwärts); der linke Hinterfuss wird gestreckt und vom Boden emporgehoben, während der rechte Vorderfuss stark nach vorne gebeugt wird. Die nächstfolgende Zeichnung (4) zeigt wieder das erste Stadium. Das Bild 5 zeigt den Uebergang aus dem zweiten Stadium in das dritte, das Bild 6 diejenige des dritten Stadiums in das vierte, selbstverständlich mit entsprechendem Fusswechsel.

Im Schritte wechselt somit das Pferd die Füsse in folgender Reihenfolge: linker Vorder-, rechter Hinter-, rechter Vorder-, linker Hinterfuss.

2. Beim Trab verlassen die vorderen und hinteren Extremitäten auf einmal den Boden und werden wieder gleichzeitig aufgesetzt; man hört demnach beim Traben zwei Hufschläge, zwischen welchen das Thier einen Moment in der Luft schwebt, d. h. der Boden wird mit keiner Extremität berührt. Nach der graphischen Darstellung von Marey ist der letztere Zeitraum halb so lang, als das Verbleiben des Thieres am Boden; doch setzt er hinzu, dass es sich hiebei blos um langsam trabende Thiere handelt, wobei es nicht ausgeschlossen ist, dass beim raschen Traben das Verweilen in der Luft eine längere Zeitdauer in Anspruch nimmt. Die Bilder in Fig. 134 sind auf photographischem Wege von kurz-trabenden Pferden entnommen. Bei 1 sieht man das Pferd den rechten Vorderfuss erheben und beugen, während der rechte Hinterfuss ebenfalls gebogen und emporgehoben wird; in dieser Zeit stützen der linke Vorder- und rechte Hinterfuss den Körper senkrecht. Dieselben Extremitäten werden im zweiten (2) Stadium mehr minder gestreckt; der rechte Hinterfuss stützt sich auf den Boden, der vordere linke Fuss hingegen fällt nach vorne. Bild 3 stellt folgendes

Bewegungsstadium dar: der Boden wird von keiner Extremität berührt; die nach hinten geschleuderten: rechter Hinter- und linker Vorderfuss, beginnen sich zu beugen, während die beiden anderen Extremitäten stark nach vorne geschleudert, sich auszustrecken beginnen. Auf Bild 4 sehen wir die Trab-Form, wo das Pferd mit den entgegengesetzten 2 Füssen auf den Boden aufschlägt, um den Kurs neu zu beginnen; in diesem Momente fängt das Thier an, die gebeugten: linken Vorder- und rechten Hinterfuss zu strecken, die nach vorne gerichteten: rechter Vorder- und linker Hinterfuss, in eine senkrechte Linie gestellt, kommt das Thier mit allen vier Extremitäten auf den Boden, damit es in das erste Stadium (1) übergehe, und mit den Extremitäten der anderen Seite den Bewegungscyclus neubeginne (5—8). Nach dem Gesagten erfolgt das Traben in zwei Absätzen (Tempo) und man vernimmt zwei Hufschläge.

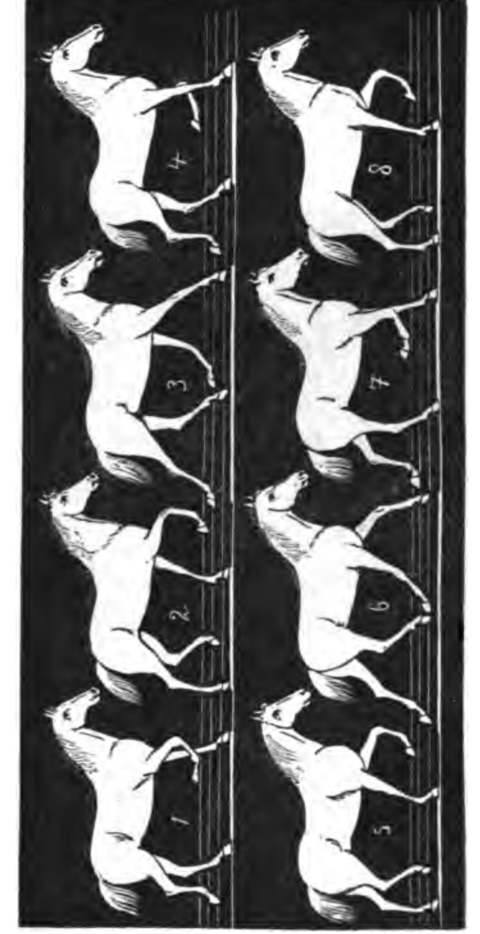


Fig. 134. Trab des Pferdes, nach einer Momentan-Aufnahme.

Der **Trab** ist eine rasche, und die Thiere nicht übermässig anstrengende Gangart, und können Thiere andauernd, ohne Unterbrechung traben. Ein nordamerikanischer Traber (Daxter) legte (1866) unter dem Sattel eine englische Meile in 2 Minuten 18 Secunden und vor den Wagen gespannt 2 englische Meilen in 4 Minuten und 51 Secunden zurück (Schmidt-Mülheim).

3. Das **Galoppiren** ist eine mit dem Sprunge vereinigte Gangart, während welcher man, je nachdem dieselbe langsamer oder

rascher ausgeführt wird, 4 (kurzer Schulgalopp) oder 3 (gewöhnlicher Galopp) oder schliesslich 2 (Carrière, Renngalopp) Hufschläge vernehmen kann.

Ueber den Beginn des Sprunges und die Reihe des Aufsetzens der Extremitäten ist bisher zwischen verschiedenen Anschauungen keine Uebereinstimmung erzielt worden.

So behaupten Braun, Schwarzenecker und Möller, nach der Ansicht älterer Forscher, dass beim Rechtsgaloppiren zuerst der vordere rechte und dann gleich dahinter der vordere linke Fuss gehoben, worauf rasch die hintere linke Extremität hinaufgezogen wird, so dass die gesammte Last des Pferdes auf

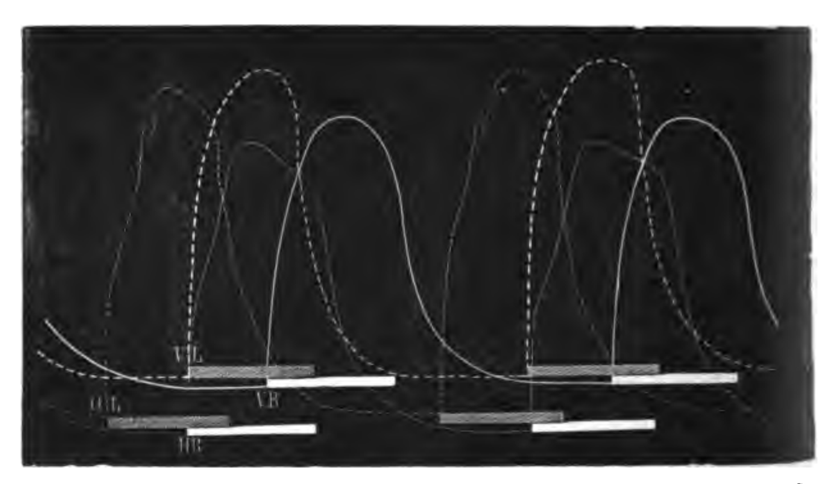


Fig. 135. Graphische Darstellung des Galopps vom Pferde in 3 Absätzen nach Marey. *VR* = vordere rechte, *VL* = vordere linke, *HR* = hintere rechte, *HL* = hintere linke Extremität.

der — auf den Boden aufgesetzten und im Gelenke leicht gebeugten — hintern rechten Extremität allein ruht. Nun wird durch plötzliche und energische Streckung sämmtlicher Gelenke der Stamm dieses Fusses durch auf den Boden ausgeübten Gegendruck nach auf- und vorwärts geschleudert. Ellenberger schliesst sich der genannten Erklärungsweise an.

Marey erklärt auf Grund seiner graphischen Aufzeichnungen die Ausführung des Galopp folgenderweise:

Beginnend mit dem Stadium des gewöhnlichen Galopp (in drei Absätzen), wo das Thier auf den Boden aufschlägt, berührt zuerst die linke hintere Extremität (Fig. 135 *HL*) die Erde. Diese Extremität steht jener Extremität diagonal entgegengesetzt, mit welcher das Thier nach vorwärts galoppirt und deren Hufschlag ganz zuletzt gehört wird (*VR*).

Zwischen diesen beiden Hufschlägen und dem sie trennenden

Intervalle ist der isochrone Hufschlag des linken Vorder- und des rechten Hinterfusses deutlich zu hören (durch die aufeinanderliegende Zeichnung von *VL* und *HR* dargestellt). Während dieser Bewegung vernimmt das Ohr gleichzeitig drei Geräusche. Das erste stammt von einer hintern, das zweite von zwei diagonal entgegengesetzten, das dritte von einer vordern Extremität her.

Ausserdem wurde von Marey festgestellt, dass zwischen dem einmaligen Hufschlage der vordern Extremität und demjenigen ersten des darauffolgenden Galoppschrittes, eine mit der Dauer der drei Hufschläge gleichwerthige Pause eintritt.

Der Galopp in vier Absätzen (Tempo) unterscheidet sich von demjenigen in dreien dadurch, dass der Hufschlag der beiden diagonal aufgesetzten Füsse getheilt wird, woraus dann der doppelte Ton resultirt.

Die Reihenfolge der nach dem Galoppsprunge zu Boden gelangenden Extremitäten ist unter den Fachmännern bisher noch nicht entschieden.

So fallen nach der Auffassung von Marey, Schwarzenecker, Möller und den meisten Reitern, die Extremitäten in umgekehrter Reihenfolge, als sie erhoben wurden, zu Boden; hingegen vertritt Braun die entgegengesetzte Ansicht, wonach die Füsse in derselben Folge aufgesetzt, als sie erhoben würden. Schmidt-Mülheim und Ellenberger stimmen der Auffassung von Marey und Schwarzenecker bei.

Beim Carrière (Renngalopp), welches eigentlich aus Sprüngen besteht, werden zuerst beide Vorder-, dann beide Hinterfüsse gleichzeitig, oder nahezu auf einmal in Function gesetzt.

Der Galopp ist eine rasche, doch ermüdende Gangart. Im Carrière schreiten die Thiere mit rasender Geschwindigkeit daher. Der rascheste Renner Flying Childers legte 1772 in einer Secunde 82½ Fuss zurück. Gute Rennpferde bewältigen eine deutsche Meile in 8—9 Minuten. Im Jahre 1856 machten zwei, vor einen acht Centner schweren Wagen gespannte Pferde beim Wettfahren eine halbe deutsche Meile in 5 Minuten und 9 Secunden (Schmidt-Mülheim).

Vergleichende Angaben.

Der Passgang ist eine Modification des Schrittes, dessen sich u. A. das Kameel, die Giraffe, der Elefant und manchmal auch das Pferd bedient. Die Thiere setzen bei dieser Gangart die Füsse derselben Seite entweder zugleich oder aber sehr rasch hintereinander nach vorne. Hunde sind manchmal auch Passgänger.

Die vierfüssigen Thiere stehen sicherer als die Zweifüsser, schon aus dem Grunde, weil die Basis — Stützfläche — derselben eine bedeutend grössere ist. Die springenden Thiere nehmen beim Sprunge gewöhnlich eine hockende Stellung ein und verwenden, wie z. B. das Eichhörnchen und

Känguruh, oft den Schwanz zur Stütze. Das auf einem Fusse Stehen der Störche und Kraniche hängt mit keiner Muskelarbeit zusammen; diese Stellung wird dadurch leicht ausgeführt, dass ein Zapfentheil des Schienbeines in die Oberfläche des Gelenkes eingelassen wird.

Bei den Schlangen fungiren die sich erhebenden und senkenden Rippen zugleich als Bewegungsorgane.

Beim Schwimmen der Fische spielt die durch die Seitenmuskeln gesteuerte Schwanzflosse die Hauptrolle. Durch rasches Ausstrecken des Schwanzes versetzen sich die Fische einen Stoss und schwimmen so weiter; der Lachs kann sich hiebei hoch aus dem Wasser hinausschnellen. Die Rücken- und Mastdarmflossen werden in verticaler Stellung gehalten, während durch ihre Weiterbewegungen die Brust- und Bauchflossen nach auf- und abwärts gesteuert werden.

Das sich über dem Wasser Erhalten und Schwimmen der Vögel wird durch Rudern ihrer mit Schwimmhäuten versehenen Füsse, durch ihr geringeres specifisches Gewicht (da ihre Knochen mit Luft gefüllt sind) und das Eingeöltsein des Gefieders (durch das Secret der Steissdrüsen) zu Wege gebracht.

Die Insecten verfügen zur Ausführung ihrer Bewegungen und des Fluges über 6 Füsse und die bei manchen an dem zweiten und dritten Theile des Mesothorax angebrachten zwei Paar Flügel (Schmetterlinge, Lepidoptera). Bei den Insecten ist das erste Flügelpaar zu Deckflügeln (aus Chitin) umgewandelt, an anderen ist es (wie bei den Stresiptera) noch rudimentär.

Bei den Fliegen ist das hintere Flügelpaar verkümmert. Läuse, Flöhe und Bettwanzen sind gänzlich flügellos.

Die Spinnen besitzen 8 Füsse. Die Tausendfüsser haben an den ersten drei Körperringen je ein Paar, an den darauffolgenden je 1 bis 2 Paar Füsse.

An den Krebsen sieht man zumeist mehrere Füsse, deren einige jedoch zu Scheeren, Schwimmfüssen u. s. f. umgeformt sind.

Bei den Mollusken bilden die (quergestreiften) Muskeln zum Theile um den Körper herum ein Muskelrohr, welches die Formveränderungen des Körpers hervorruft.

Bemerkenswerth ist der starke, einfache oder zusammengesetzte Schliessmuskel der Muscheln. Bei einer Pectenart bringt dieser Muskel durch rasches Oeffnen der Muschelhälften eine springende Bewegung hervor, durch welche das Thier im Wasser vorwärts getrieben wird.

Bei den Würmern bildet die äussere Decke mitsammt der Muskulatur gleichfalls ein Hautmuskelrohr. Einzelne Würmer besitzen muskulöse Saugnäpfe, welche sich an fremde Gegenstände oder aber die Innenorgane anderer Thiere anheften; andere haben an jedem Körperringe 1—2 Paar bewegliche fussähnliche Gebilde.

Bei den Echinodermen ist die Muskulatur mit der Decke (Hülle) verwachsen. Bei den Holothurien läuft eine äussere, ringförmige und eine in 5 Längsbündel getheilte Muskulatur durch das ganze Thier.

In den See- und Haarsternen bewegen besondere Muskeln die Glieder des sternförmigen Körpers; eben dasselbe geschieht mit den Stacheln der Seeigel, wodurch ihre Locomotion bewirkt wird.

Unter den Cölenteraten besitzen die Medusen quergestreifte Muskellagen unter der äussern Decke, die sich theils auf die Fühler, theils auf den Mantel vertheilen. Unter den Polypen besitzen die Actinien eine starke muskulöse Sohle, ausserdem an den Fangarmen sowohl längs als quer angeordnete Muskeln.

Bei einzelnen Protozoën (z. B. den Stielen der Vorticella) sind bereits quergestreifte Muskelelemente gefunden worden; bei anderen kommt die Bewegung des Körpers von der Stelle entweder durch das Protoplasma oder durch die aus demselben hervortretenden Flimmerhaare zu Wege (Landois).

Stimmbildung und Sprache.

Der Mensch erhebt sich durch seine articulirten Töne und durch die Wiedergabe seiner Gedanken in verständlicher articulirter Rede, über die Thierwelt. Sowohl die Stimme der Thiere, als auch die Sprache des Menschen sind gleichermassen an physikalische Organe gebunden. Diese sind den Pfeifen entsprechend gebaut und setzen zum Ertönen derselben, wie bei der Orgel, einen Blasebalg, welcher durch die Lungen gebildet wird, und einen Ton verstärkenden Apparat, — sogen. Resonatoren, — voraus, wie bei den Pfeifen die Röhren; und werden diese Theile als stimmbildender Apparat von der Rachen- und Mundhöhle und

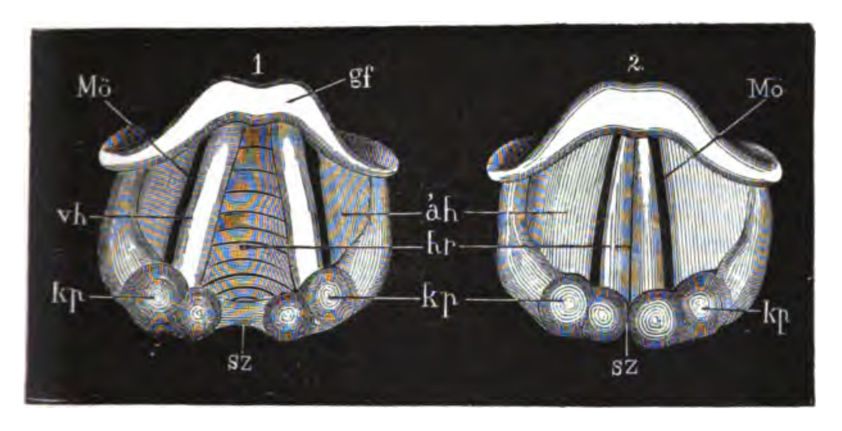


Fig. 136. Der Stimmapparat des Menschen. 1 = beim Lautgeben; 2 = im Ruhezustande; *gf* = Kehldeckel; *hr* = Stimmritze; *Mö* = Sinus Morgagni; *vh* = echtes Stimmband; *áh* = falsches Stimmband; *k* = Giessbeckenknorpel; *sz* = Ligament. arithaenoideum. (Die dem Spiegelbilde entnommenen Figuren sind verkehrt dargestellt.)

den Nasengängen gebildet. Den wichtigsten Theil dieses Stimmapparates beim Menschen und den Thieren bildet der nach dem Principe der sogen. Zungenpfeifen construirte Kehlkopf. Die Construction des Kehlkopfes ist folgende: Die Rachenhöhle setzt sich in zwei Röhren fort, von denen die eine der Kehlkopf mit der darauffolgenden Luftröhre, die andere die dahinter verlaufende Speiseröhre ist.

Die sogen. Stimmritze (Fig. 136 *hr*) beim Menschen wird durch die echten (*vh*) und falschen (*áh*) Stimmbänder geschlossen und geöffnet; zwischen beiden finden sich Ausbuchtungen, die sog. Sinus Morgagni (*Mö*). Der Kehlkopf wird durch den Kehldeckel (*gf*) über der Stimmritze vom Rachenpharyngealraume abgeschlossen; nach unten besorgen dies

des Bombinator igneus. Auffällig gebaut ist der Stimmapparat von Pipa dorsigera, in deren grossem Larynx 2 knorpelige Leisten frei stehen, welche durch den Luftstrom in Schwingungen versetzt werden und ähnlich einer Stimmgabel tönen. Die Salamander bringen zeitweilig einen „uik" ähnlichen Ton hervor.

Einige unter den Fischen erzeugen Töne durch das Aneinanderreiben der oberen und unteren Rachenknochen, oder auch durch Auspressen der Luft aus der Schwimmblase, dem Munde oder dem After. Nach Landois und Dufossé ergeben die Muskelgeräusche derselben gleichfalls Töne.

Die Käfer stossen die Luft entweder durch die mit muskulösen Klappen versehenen Ventilationsöffnungen (Stigma) heraus und bringen dadurch Töne hervor, oder es entstehen solche durch rasches Schwingen der Flügel beim Fliegen. Der Todtenkopfschmetterling stösst Luft aus seinem Saugmagen heraus und erzeugt auf diese Weise Töne. Andere reiben ihre Füsse an die Deckflügel (Acridium, Heuschrecken), oder auch die Deckflügel aneinander (Grille), oder fegen den Stamm (Cerambyx), die Schenkel (Geotrupes) oder den Bauch (Nekroforus) mit den Flügelenden; schliesslich reiben solche die Deckflügel mit den unteren Flügeln (Pelobius) zusammen (H. Landois). Die Cicaden erschüttern trommelfellähnliche, durch Muskeln spannbare Apparate. Durch Reibung des Cephalothorax und des Bauches aneinander erzeugen nach Landois die Spinnen (Theridium) Reibegeräusche; ebenso einzelne Krebse (Palinuris) durch Bewegung der Scheeren (Möbius). Bei den Lungenschnecken (Helix) geht die Luftausstossung gleichfalls tönend vor sich (Landois); einzelne Muscheln (Pecten) erzeugen ein Geräusch durch Aneinanderschlagen der Schalen (Landois). Die Stimmen der Thiere dienen hauptsächlich zum Anlocken des Pärchens; doch entsprechen dieselben in vielen Fällen und bei den Thieren höherer Ordnung, ebenso wie beim Menschen, psychischen Zuständen; in den meisten Fällen sind es Zeichen, durch welche sie bestimmte, für ihr Leben, Sicherheit oder Unterhaltung nothwendige Erscheinungen gegenseitig sich zur Kenntniss bringen.

Menschliche Stimme und Sprache.

Die Klangfarbe der menschlichen Stimme umfasst zwei Register. Wir unterscheiden die sogen. Bruststimme und die Kopfstimme oder das Falset. Die Bruststimme ist tiefer und stärker und enthält nach Helmholtz viele Obertöne, während die Kopfstimme weniger stark, höher ist und weniger Obertöne enthält.

Bei Bildung der Bruststimme schwingt der ganze Brustkorb mit (Fremitus pectoralis s. vocalis), woher auch der Name abgeleitet wurde; bei Erzeugung der Kopfstimme geschieht dies nicht. Während ferner bei Entwickelung der Bruststimme die Stimmbänder in ihrer ganzen Breite schwingen, erfolgt nach Joh. Müller und Lehfeld, beim Falset blos die Schwingung der mittleren feinen Ränder derselben. Nach Oertel sollen beim Falset auch die Seitenränder, jedoch auf eine von denen der Bruststimme abweichende Weise in Schwingungen gerathen. Das Kind erzeugt mit seinen kurzen Stimmbändern die höchsten, der Mann mit den grossen Stimmbändern die tiefsten Töne, mittelhohe Töne beiderlei Geschlechter, und zwar das Weib

höhere, da dessen Stimmbänder kürzer sind, als diejenigen des Mannes.

Die tiefste Klangstufe des Mannes bezeichnet man als Bass, die mittlere als Bariton, die höchste als Tenor. Die tiefere Klangstufe des Weibes und des Kindes heisst Alt, die höhere Sopran. Gute Singstimmen umfassen bis zwei Octaven (z. B. vom Tenor c—c''), doch kommen solche mit 3 Octaven Umfang gleichfalls vor.

Die Sprache besteht aus Tönen und Geräuschen, welche der Exspirationsluftstrom in dem Ansatzrohre, dem Rachen-, Mund- und Nasenraume zu Stande bringt, und welche der Mensch als solche, allein oder mit der Stimmbildung des Larynx vereint zum Ausdrucke seiner Gedanken verwendet; jenes erfolgt durch das Flüstern (Vox clandestina), dieses durch das laute Sprechen. Die, die Sprache zusammensetzenden Elemente nennt man Laute, welche in Selbst- und Mitlaute (Vocales et Consonantes) abgetrennt werden. Letztere sind Geräusche, während blos die Vocale eigentliche Laute sind, in welchen neben dem dominirenden Grundtone noch zahlreiche Partial- oder Obertöne mitschwingen. Die verschiedenartige Gestaltung des Mund- und Rachenraumes vermittelst der Muskelwirkung bringt es zu Wege, dass verschiedene Partialtöne vestärkt werden, und man dadurch je nach den einzelnen Mundstellungen immer andere Laute hervorrufen kann; schliesslich kommt bei der Sprache auch den Bewegungen des Gaumensegels eine nicht unwichtige Rolle zu.

II. Abtheilung.

Physiologie der Sinnesorgane.

Der Mensch und die Thiere höherer Ordnungen besitzen fünf Sinne und zwar den: 1. Gesichts-, 2. Gehör-, 3. Geschmacks-, 4. Geruchs-, und 5. Tastsinn.

Der Gesichtssinn.

Structur des Sehorganes.

Das Sehorgan des Menschen und der höher organisirten Thiere besteht aus dem Auge und den damit in Verbindung stehenden Schutz- und Hilfsorganen. Das wichtigste darunter ist das Auge selbst, mit dessen Abhandlung wir uns eingehender zu befassen bemüssigt sind.

Der Augapfel (Fig. 137) wird von Aussen nach Innen durch folgende Häute gebildet.

Zumeist nach aussen liegt die Hornhaut (Cornea, *C*), an den Seiten und hinten deren Fortsetzung, die mit Bindehaut (*k*) umgebene harte Augenhaut (Sklerotica, Sklera, *Sc*); an der Vereinigungsstelle beider Häute und zwar am Rande der Cornea, befindet sich ein kreisrunder Kanal, der Schlemm'sche Kanal (Canalis Schlemmii, *S*), welcher als venöser Sinus an-

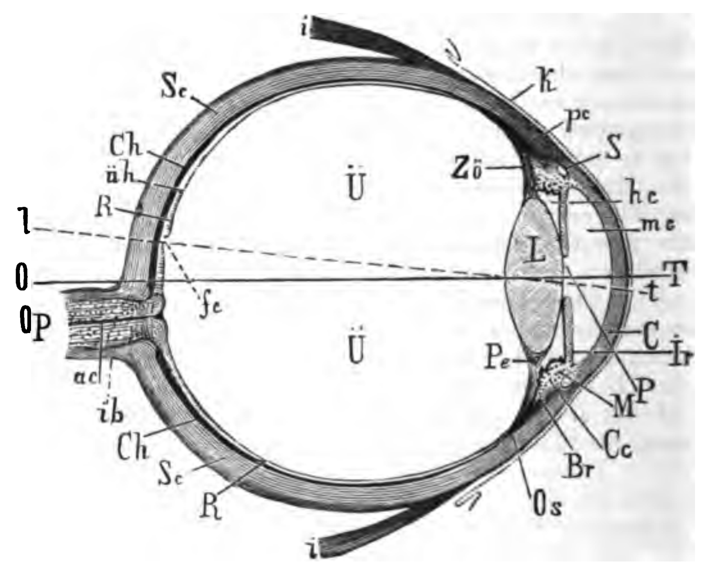


Fig. 137. Längsschnitt des Auges, etwas vergrössert. *C* = Cornea; *Sc* = Sklera; *Ch* = Chorioidea; *R* = Retina; *üh* = Membrana hyaloidea; *Op* = Nerv. opticus; *ac* = Arteria centralis nervi optici; *ib* = Hülle des N. opticus; *S* = Canalis Schlemmii; *Cc* = Corpus ciliare; *Br* = Musculus Brücke'i, seu Tensor chorioideae; *P* = Pupille; *Ir* = Iris; *Os* = Ora serrata; *Zö* = Zonula Zinnii; *Pe* = Canalis Petiti; *pc* = Processus ciliares; *k* = Bindehaut (Conjunctiva); *lt* = Sehaxe; *OT* = optische Axe; *fc* = Fovea centralis retinae, mit der Macula lutea in der Mitte; *i* = Musculus rectus; *Ü* = Corpus vitreum; *L* = Linse.

gesprochen wird. (Die Zeichnung gibt denselben im Querschnitte.) Waldeyer und Schwalbe fassen ihn als Lymphgang auf.

Auf diese Häute folgt die Gefässhaut (Chorioidea, *Ch*), welche ebenso wie die oben angeführte Sklera (*Sc*) vom Nervus opticus (*Op*) durchbrochen wird, welcher sich auf der Chorioidea beinahe in ihrer ganzen Ausdehnung ausbreitend das lichtempfindende Stratum des Auges, die Netzhaut (Retina, *R*) darstellt. An der Eintrittsstelle des Nervus opticus auf der Retina bemerkt man die Sehnervenwarze (Colliculus nervi optici), von hier 2—2·45 Mm. nach aussen in der Sehaxe des

Auges belegen die Centralgrube (Fovea centralis retinae, *fc*) und in deren Mitte den gelben Fleck (Macula lutea). Der Innenraum des Augapfels wird zumeist durch den Glaskörper (Corpus vitreum, *Ü*), einen durchsichtigen gelatinösen und mit einer Membran (Membr. hyaloidea) umhüllten lichtbrechenden Körper erfüllt, in dessen Vertiefung die nach vorne gelegene Augenlinse (Lens, *L*) hineingepasst ist, deren Kapsel an der Zonula Zinnii aufgehängt erscheint. Zwischen beiden Schenkeln dieser Zonula bleibt ein Kanalgang übrig, welcher an der Peripherie der Linse verlaufend, eine Flüssigkeit enthält und als Canalis Petiti (*Pe*) benannt wird (in der Zeichnung als dreieckiger Querschnitt dargestellt). Nach aufwärts vom Canalis Schlemmii zieht im Kreise eine, aus Bindegewebe und Rings- und Längsmuskelfasern bestehende Masse in das Auge, der Strahlen- oder Ciliarkörper (Corpus ciliare, *Cc*).

Die Muskeln desselben bestehen beim Menschen und den meisten Thieren aus glatten, bei den Vögeln aus quergestreiften Fasern. Die ringsförmig verlaufenden (in der Zeichnung punktirt dargestellten Fasern, im Querschnitte) heissen Meyer'sche Muskeln (*M*), während die längsverlaufenden nach Brücke (*Br*) oder, da sie zur Spannung der Choroidea dienen, auch Musculus tensor chorioideae, anders Musculus ciliaris benannt werden. Von der Basis des Strahlenkörpers hängt die Regenbogenhaut (Iris, *Ir*) als ein gespanntes Diaphragma herab (in der Zeichnung als Schenkel gezeichnet), in dessen Mitte beim Menschen und vielen Thieren ein rundes, bei andern ein längliches Loch angebracht ist, durch welches die Lichtstrahlen in die hinter dasselbe folgenden lichtbrechenden Medien gelangen können, und welches man Sehloch (Pupilla, *P*) nennt. Durch die Iris wird der vor der Linse befindliche Innenraum des Auges in zwei miteinander communicirende Abschnitte abgetheilt, und zwar in einen grössern, die sogen. vordere Augenkammer, und in einen hintern, zwischen Iris und Linse befindlichen, die hintere Augenkammer. Schliesslich ziehen vom obern Ende des Ciliarkörpers mit Pigmentbindegewebe und vielen Gefässen versehene zapfenförmige Fortsätze im Kreise, sich an den Glaskörper anlegend, welche man Strahlen- oder Ciliarfortsätze (Processus ciliares, *pc*) heisst; die Enden derselben reichen an der zusammengewachsenen Lamelle der Chorioidea und Hyaloidea bis zu der Stelle, wo die Zonula Zinnii sich abgrenzt, welche Grenze als gezackter Rand (Ora serrata, *Os*) benannt wird.

Das eigentliche Gewebe der Cornea besteht aus Bündeln fibrillären Bindegewebes. Diese werden nach vorne durch die Bowman'sche oder vordere elastische Membran (Membrana elastica anterior) von dem mehrschichtigen Epithel der Cornea abgegrenzt. Das Grundgewebe ist nach hinten ebenso durch die hintere elastische Membran oder Membrana Descemeti von der einschichtigen Endothel-Lage abgegrenzt,

deren Zellen bei einigen Thieren (Frosch, Gimpel) Riffzellen sind (Thanhoffer). Die Structur des Grundgewebes ist bereits bei den Bindesubstanzen abgehandelt (vgl. Fig. 34 u. 35); in dasselbe treten zahlreiche Nerven ein, welche mit einer aus Endothelzellen bestehenden Scheide ausgestattet sind

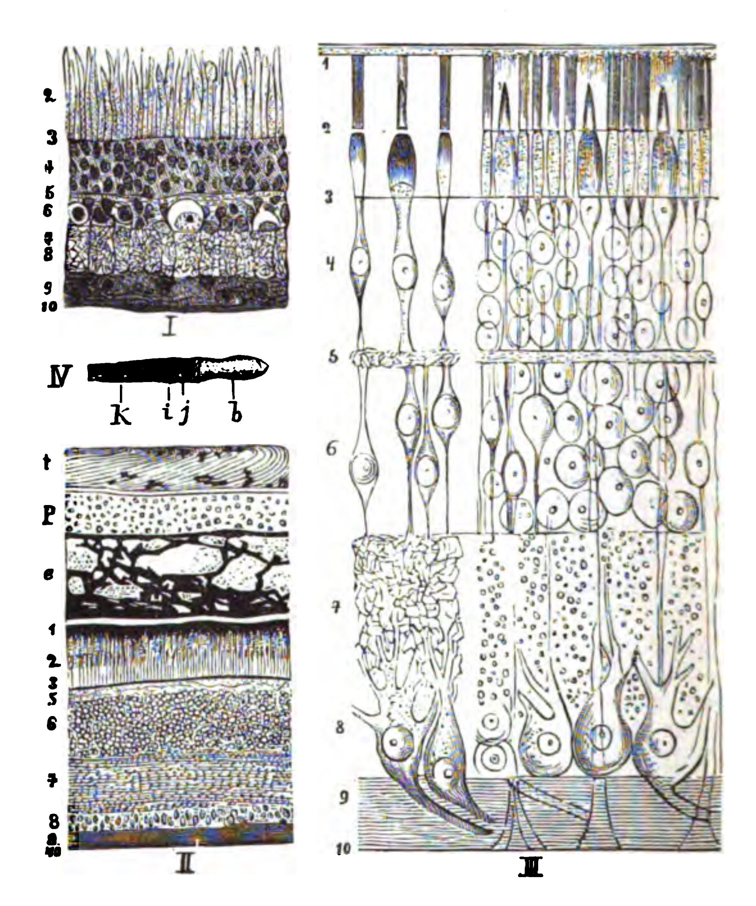


Fig. 138. Querschnitte der Retina. I = vom Kaninchen (nach einem Präparate von Flesch). II = vom Huhne (nach einem Präparate des Verfassers); *t* = Sclera; *P* = Knorpel in der Sklera; *e* = Chorioidea. III = vom Menschen (nach Schultze), rechts als Schnitt, links die einzelnen Elemente isolirt; 1 = Pigmentepithelschichte der Retina; 2 = Stäbchen-Zapfenschichte; 3 = Membrana limitans externa; 4 = äussere Körnerschichte; 5 = äussere granulirte Schichte; 6 = innere Körnerschichte; 7 = innere granulirte Schichte; 8 = Ganglienzellenschichte; 9 = Nervenfaserschichte; 10 = Membrana limitans externa. IV = Retinastäbchen vom Kaninchen, isolirt; *k* = äusseres Stäbchenglied; *b* = inneres Stäbchenglied; *i* = Mittelstück zwischen beiden; *j* = kugelförmiges Gebilde des Stäbchenmittelstückes.

(Ranvier, Thanhoffer, Durante, Thin, Waldeyer, Königstein). Eine Endigung derselben im Grundgewebe wird von Einigen in Abrede gestellt, nach Anderen hängen sie mit grosskernigen, protoplasmareichen Zellen (Corneakörperchen) zusammen (Kühne, Thanhoffer, Lawdowsky.

Klein, Thin, Königstein; letzterem gelang die Isolirung der Nerven im Zusammenhang mit den Zellen). Die Nerven dringen, nach Durchbohrung der vorderen elastischen Membran, zwischen die oberflächlichen Epithelien und sollen nach Einigen als kleine, kolbige Anschwellungen endigen (Cohnheim gibt an, dass die feinen Nervenfasern in winzigen, an der Oberfläche der Zellen schwebenden, birnförmigen Gebilden endigen; nach Verfasser erfolgt diess in ähnlicher Gestalt, doch an der Spitze der untersten pallisadenförmigen Zellen des vordern Epithels).

Die Sclerotica (Sklera, *Sc*) ist eine, aus in zwei Richtungen verlaufenden derben Fasern gebildete, gefässarme Membran, in deren Faserzwischenräumen Wanderzellen und Pigmentbindegewebszellen vorkommen (Fig. 138 II. *t*); bei den Vögeln (Huhn) ist die innere Parthie der Sklera, wie man sich an Schnitten zu überzeugen vermag, durch eine glashelle, glänzende Lamelle von einer dicken, mit Hyalinknorpel versehenen Schichte abgegrenzt (*P*).

Die Sklera legt sich über die lichten Ränder der Cornea, so dass letztere gleichsam in einen Falz eingelassen erscheint.

Die Gefässhaut (Fig. 137 *Ch* u. Fig. 138 II. *e*) kann mit dem Ciliartheile und der Iris auspräparirt werden und gleicht dann einer Traube, wesswegen das Ganze als Traubenkorn (Uvea), auch Tunica uvea genannt wird und aus 5 Schichten besteht. Die erste ist die innerste, dünne, glashelle Membran; die zweite, reichlich mit Capillargefässnetzen versehen (Choriocapillaris seu Membrana Ruyschii); die dritte aus dichten, elastischen Fasern, zu beiden Seiten mit einer Endothelzellenschichte umhüllt (Sattler); die vierte als eigentliche Gefässhaut, mit Pigmentzellen eingestreut, führt in einem derben, elastischen Fasernetze Arterien und venöse Plexus; schliesslich die fünfte als mit Endothel ausgekleideter Perichorioidaltheil, welcher gleichfalls Pigmentzellen enthält und Suprachorioidea oder Lamina fusca genannt wird. Nach den Untersuchungen Goldzieher's besitzt die Suprachorioidea einen sehr reichlichen Nervenplexus mit zahlreichen Ganglienzellen-Anhäufungen. Zu dieser Schichte verlaufen die für die Iris bestimmten, grossen hintern Ciliararterien, welche aus dem Nervenplexus eine eigene nervöse Umspinnung erhalten. (Die Muskeln des Ciliarkörpers s. o.)

Die Grundsubstanz der Iris (Fig. 137, *Ir*) besteht aus Bindegewebe (welches bei dunkeln Augen mit Pigmentzellen versehen ist, die in lichten, blauen Augen fehlen), in welchen Muskelfaserzüge in zwei Richtungen (beim Menschen und den Säugethieren glatte, bei den Vögeln quergestreifte) verlaufen. Der eine umgrenzt die Pupille (Sphincter pupillae), der andere zieht vom äussern Rande der Iris zum Pupillenrande in radiär angeordneten Fasern (Dilatator pupillae). Jener liegt näher dem hintern Rande der Iris, dieser erstreckt sich bis zum Pupillenrande, oder seine Fasern biegen sich in den Sphincter pupillae um. Der Dilatator pupillae erhält seine Nervenfasern vom Sympathicus, der Sphincter von den Fasern des Oculomotorius. Die Iris besitzt sehr dichte Nervengeflechte. Im Auge des Pferdes hängen von dem obern Rande der Pupille (oft auch vom untern) schwarze, maulbeerförmige Knötchen herab, welche als Traubenkörnchen bezeichnet werden.

An der Netzhaut (Retina, Fig. 138 I. II. III. IV) sind vom Gehirne nach aussen folgende Schichten zu unterscheiden:

1. Die Schichte der Pigmentzellen (Rasenzellen) der Retina (s. allgem. Theil Fig 7, *a*).
2. Die Stäbchen-Zapfenschichte (die mit Nervenfasern zusammenhängenden lichtempfindlichen Endorgane) der Retina.
3. Die äussere Grenzmembran (Membr. limitans externa).
4. Die äussere Körnerschichte.
5. Die äussere granulirte Schichte.
6. Die innere Körnerschichte.

7. Die innere granulirte Schichte.

8. Die Ganglienzellenschichte mit Fasern des N. opticus zusammenhängend, und mit deren oberen Fortsätzen auch die nach aufwärts verlaufenden, mit den Stäbchen und Zapfen in Verbindung stehenden Fasern, (wie dies von Vintschgau constatirt ist) in Verbindung stehen.

9. Die Faserschichte des Opticus, schliesslich

10. Die innere Grenzmembran (Membrana limitans interna), welche die Retina von der Membran des Glaskörpers abtrennt.

Das Verhältniss der einzelnen Theile zu einander ist aus Figur 138 ersichtlich.

An der Eintrittsstelle des Opticus fehlen die Stäbchen und Zapfen, während an dem lichtempfindlichsten Punkte der Retina, am gelben Flecke (Macula lutea Fig. 137 *fc*) nur Zapfen vorhanden sind, an dessen Peripherie jeder einzelne Zapfen von Stäbchen umgeben erscheint; je näher man an den peripherischen Theil der Retina gelangt, um so seltener werden die Zapfen. Nachtthiere (Eulen, Fledermaus) entbehren der Zapfen entweder ganz oder sind solche blos rudimentär vorhanden. Die Netzhaut der Vögel ist reichlich mit Zapfen bedacht, Eidechsen besitzen blos Zapfen allein.

Nach Salzer enthält das menschliche Auge etwa 438,000 Opticusfasern; zu jedem einzelnen gehören etwa 7—8 Nervenapparate. Nach W. Krause wären etwa 400,000 sehr feine, und ebensoviele dicke Fasern im Sehnerven. Die Macula lutea wird ferner dadurch merkwürdig, dass sie eigentlich — da sich die Nervenfasern auf deren Grunde ausbreiten und umbeugen, — keine Nervenfasern führt, hingegen aber eine beträchtliche Lage von Ganglienzellen aufweist. Zwischen beiden Grenzmembranen ist, wie Schultze constatirte, eine Schichte schwammigen Stützgewebes ausgebreitet, in welcher die Nerven, Körnergebilde und Blutgefässe eingelagert sind.

Die Retina wird gegen die Ora serrata zu stetig dünner, erhält mehr Bindegewebe auf Kosten der Nervensubstanz und sind am Ciliarrande nur mehr Cylinderzellen wahrnehmbar. Die Blutgefässe erstrecken sich blos bis zur innern granulirten Schichte und anastomosiren blos an der Eintrittsstelle des Opticus mit den Chorioidalgefässen. Die Gefässe liegen in perivasculären Räumen.

Die Augenlinse (Lens, Fig. 137 *L*) ist ein, mit structurloser Membran umhüllter, durchsichtiger und lichtbrechender, in seiner Gestalt passiv veränderlicher Theil des Auges. An der vordern, innern Fläche ihrer Kapsel findet sich ein niedrig-cubisches, fein granulirtes, durchsichtiges Epithel. Gegen die Ränder der Linse zu wachsen diese Zellen zu röhrenförmigen Fasern (Linsenfasern) aus; diese werden an den Linsenrändern umgeschlagen, um sich an beiden Seiten in Sternform (Linsenstern) zu vereinigen. (Structur der Linsenfasern s. allgem. Theil Fig. 14.)

Der Glaskörper soll angeblich bis zur Ora serrata blos durch die Membrana limitans interna begrenzt (Henle, Iwanoff); ausserdem von der Papilla nervi optici bis zur hintern Fläche der Linsenkapsel mit einem 2 Mm. breiten Kanal (Canalis hyaloideus) ausgestattet sein. Die Peripherie des Glaskörpers ist schichtenweise angeordnet, eingeschachtelt; bei Neugeborenen finden sich übrigens an der Peripherie rundliche, längliche, auch sternförmige Zellen, während mehr nach innen blos Reste solcher zu Grunde gegangener Zellen sichtbar sind (Iwanoff).

Das Auge besitzt eine vordere und hintere Lymphgefässbahn (Schwalbe); jene wird durch die vordere und hintere Augenkammer, welche mit den Lymphgefässen der Iris, Ciliarfortsätze, Cornea und Conjunctiva in Verbindung stehen, dargestellt; diese durch den zwischen Sklera und Chorioidea belegenen perichorioidealen Raum (Schwalbe) gebildet, welcher mit den, die Vasa vorticosa umfassenden Lymphgefässen (perivasculäre Lymphräume) communicirt und sich mit dem grossen Tenon'schen Lymphraume (Schwalbe) — zwischen der Sklera und der sogen. Tenon'schen

Kapsel des Bulbus — verbindet. Nach hinten communicirt derselbe mit den die Opticusoberfläche umgebenden, nach vorne mit den subconjunctivalen Lymphräumen (Gerlach).

Zwischen den drei Membranen des Opticus (der duralen, arachnoidalen und pialen Membran) befinden sich zwei Lymphräume, der subdurale und der subarachnoidale, beide mit Endothelzellen ausgekleidet. Nach Axel Key und Retzius communiciren diese Lymphbahnen mit dem perichorioidalen Lymphraume.

Blutgefässe des Auges. Arterien: 1. die Arteriae ciliares posticae breves durchsetzen die Sklera in der Nähe des N. opticus und werden zu Choriocapillaren; 2. die Art. ciliar. posticae longae verlaufen zu beiden Seiten des Bulbus bis zum Ciliartheile der Choroidea, theilen sich hier und dringen bis zur Iris vor, wo sie in den Circulus arteriosus iridis major einmünden; 3. die Art. ciliares anticae, welche vorne die Sklera durchbrechen, dem Ciliartheile und der Iris Zweige abgeben, aus denen nach rückwärts 12 Aeste zur Choriocapillaris abzweigen. Venen: 1. Die Venae ciliares anticae führen das Blut aus dem vordern Theile der Uvea nach aussen und communiciren mit dem Canalis Schlemmii und dem Plexus venosus Leberti; 2. die venösen Netze des Corpus ciliare, in welche sich das Blut aus der Iris ergiesst, führen nach hinten in die Venen der Chorioidea; 3. die Vasa vorticosa Stenonis, welche die Sklera hinter dem Aequator des Bulbus verlassen.

Die Augenkammern sind mit einer wasserhellen, albumin- und zuckerhaltigen, hellen Flüssigkeit, dem sogen. Kammerwasser (Humor aqueus) erfüllt. Etwa 48 Stunden nach dem Absterben verschwindet dasselbe.

Vergleichende Angaben.

I. Wirbelthiere. Die Grösse des Augapfels hängt von der Grösse der Sehsphäre und der Entfernung der Gegenstände ab; so haben jene Wirbelthiere, welche sich im Wasser, in der Erde, im Sande oder Schlamme aufhalten, im Allgemeinen kleinere Bulbi, als solche mit ausgedehntem Sehfelde und welche die Gegenstände weit abstehend sehen; an Thieren, bei welchen es beim Sehen blos auf die Unterscheidung von Licht und Dunkel ankommt, ist der Bulbus mehr minder rudimentär. Somit ist der Bulbus der Wasserthiere im Allgemeinen kleiner, als von in der Luft lebenden; von auf der Erde kriechenden kleiner, als der sich in der Höhe aufhaltenden oder der Flügelthiere. Auffallend klein ist das Auge der Talpa und Chrisochlorys (Maulwurfsart), der im Schlamm lebenden Fische (Silurusarten, parasitären Myxinoiden). Der Amphioxus besitzt keinen Bulbus, statt dessen ist blos ein kleiner Pigmentfleck vorhanden, zu welchem aus dem vordern Theile des Rückenmarkes der Nerv hinzieht.

Die Cornea bei Thieren mit weitem Sehfelde ist grösser, als bei solchen mit beschränktem; diese Verhältnisse gestalten sich abweichend in Bezug auf die Wölbung derselben. An der Hornhaut der Vögel ist die Wölbung eine grössere, auffallend gross an Raubthieren, gegenüber den übrigen Wirbelthieren. Bei Fischen, deren Cornea ein dem Wasser nahestehendes Lichtbrechungsvermögen besitzt, ist diese abgeflacht bis plan; ebendasselbe findet sich bei den im Wasser lebenden Amphibien (Seeschildkröten) und Walen. Wo durch den Aufenthalt unter dem Wasser die lichtbrechende Eigenschaft der Cornea verloren geht, ist die Linse bedeutend gewölbter und nähert sich zumeist der Kugelform.

Die Sclerotica ist an der Eintrittsstelle des Sehnerven am dicksten, wird nach vorne verdünnt und bleibt nur an den Anheftungsstellen der Augenmuskeln dicker; auffallend verdickt erscheint sie bei den Walen. Bei

den Vögeln besteht sie aus einer äussern faserigen und einer innern knorpeligen Schichte, und enthält im vordern Theile oft einen Kranz knöcherner Schuppen (Annulus osseus). Aehnliches findet sich bei den Reptilien (Chelonia, Sauria); bei einigen Fischen besteht dieser Kranz aus Knochen oder Knorpelleisten, welche an grossen Fischen (Xiphias, Scomber) zu einer knöchernen Kapsel verschmelzen. An der Chorioidea kommen gleichfalls viele Varietäten vor. Das Corpus ciliare ist bei Fischen weniger ausgeprägt, als bei den höheren Wirbelthieren; kann aber auch, wie bei den meisten Knochenfischen, gänzlich fehlen. Ihrer Nahrung auch nächtlicherweise nachgehende Wirbelthiere (Wiederkäuer, Einhufer, Carnivoren u. s. f.) haben an der Chorioidea-Innenfläche einen glänzenden, bald kleinern, bald grössern Theil, das sogen. Tapetum, welches durch Reflectirung der in's Auge gelangten Strahlen ihnen das Sehen im Dunkeln ermöglicht. Unter den Vögeln findet sich ein solches blos bei den Straussarten; bei Fischen, insonders den Selachiern, wird der Glanz des Tapetum durch die in dessen Zellen eingelagerten, nadelförmigen Kristalle hervorgerufen. Bei Vögeln tritt an der Innenfläche der Chorioidea von der Eintrittsstelle des Opticus nach aussen gelegen, ein kammartiges, gefässreiches und pigmentirtes, faltiges Gebilde, der Kamm [Fächer oder Beutel (Pecten, Marsupium) (Fig. 139, 3, Auge des Falco buteo)] in den Glaskörper hinein, welches bei den Schwimm- und Stelzenvögeln bis zur Linse hinreicht. An Nachtvögeln ist dasselbe kleiner; beim australischen, nur ein nächtliches Leben führenden Apterix fehlt dasselbe gänzlich.

Ein ähnliches Gebilde ist der Sichelfortsatz (Processus falciformis) bei vielen Sauriern und Fischen [Fig. 139, 6. Proc. falciformis (p) von Esox lucius] und besteht aus einer Arterie, Vene, Nerv und einer das Ganze umhüllenden, eine Fortsetzung der Chorioidea darstellenden Membran. Diese zieht sich durch den Glaskörper bis zur hintern Fläche der Linsenkapsel; bei einigen Fischen bildet sie vor dieser Stelle durch Auf nahme von glatten Muskelfasern eine Anschwellung, die sogen. Campanula Halleri. Nach Margó bildet dieses Organ einen besondern Accommodationsapparat des Auges; um so mehr nothwendig, als bei den Fischen der Musculus ciliaris fehlt. In Fig. 139, 2 ist das Auge von Acipenser sturio mit dem dicken Proc. falciformis dargestellt.

Bei vielen Knochenfischen findet sich ein an der Aussenfläche der Chorioidea belegenes (amphicentrisches) Wundernetz, das fälschlich als Chorioidaldrüse benannt wird, vor.

Die Muskulatur der Iris ist blos bei Vögeln und Reptilien quergestreift. Die Pupille ist verschieden gestaltet. Bei einigen Thieren ist sie oval und quergelagert (Wiederkäuer, Einhufer und Batrachier); oval und verticalstehend (fleischfressende Säuger, Krokodile und Ophidien); bei den Plagiostomen ist sie bald quer, bald senkrecht stehend. Eine doppelte Pupille kommt nur dem Anableps tetrophthalmus zu.

Der gelbe Fleck der Retina findet sich blos beim Menschen und zum Theile bei Affen.

Mit Ausnahme der Fälle von rudimentären Augen einiger Säuger (Talpa coeca, Scalops, Chrysochloris) und der parasitären Myxinoiden (zugleich mit Verkümmerung der Muskeln des Bulbus einhergehend) oder jenen, wo erstere ganz fehlen, wie beim Amphioxus, besitzen sämmtliche Wirbelthiere in der Regel 6 Augenmuskeln. Unter den Reptilien haben: die Chelonier und Saurier, unter den nackten Amphibien: die Frösche, ferner sämmtliche Säuger mit Ausnahme der Affen einen 7. Augenmuskel, den M. retractor s. Suspensorius bulbi, welcher den N. opticus und den hintern Theil des Bulbus trichterförmig umfasst. Mit diesem steht bei diesen Thieren der Mangel der Schläfenwand der Augenhöhle in Verbindung, welche beim Menschen und Affen, denen dieser Muskel abgeht, vorhanden ist.

Die Augenlider (Palpebrae) fehlen bei den Fischen, den

Perennibranchiaten unter den nackten Amphibien, bei Pipa unter den Batrachiern, ferner den Ophidien und einigen Sauriern. Das Chamäleon besitzt ein ringförmiges Augenlid. Die Vögel, ferner die Chelonier, Krokodilarten, die meisten Saurier und der Frosch besitzen noch ein drittes Lid, die Nickhaut (Membrana nictitans s. Palpebra tertia) welche bei den meisten Säugern (auch beim Affen und Menschen) sich zur Plica semilunaris conjunctivae rückgebildet hat.

Die Thränendrüsen fehlen bei den Wirbelthieren ohne Augenlider, finden sich jedoch bei den Schlangen- und Gecko-Arten vor. Bei den Batrachiern, obschon dieselben mit Augenlidern versehen sind, fehlen die Thränendrüsen. Bei mit Nickhäuten versehenen Thieren kommt unter derselben ausserdem eine Drüse (innere Thränendrüse oder Harder'sche Drüse) vor. Zur Bewegung der Nickhaut dienen zwei besondere Muskeln, und zwar der Musc. quadratus und Musc. pyramidalis.

II. Wirbellose.

1. Da die Protozoën kein Nervensystem haben, so kann bei solchen von Augen nicht die Rede sein, obschon an der Oberfläche ihres Körpers stellenweise rothe und schwarze Pigmentflecke vorhanden sind.

2. An den Cölenteraten, besonders in den höheren Klassen, findet sich ein Pigmentfleck, zu welchem ein Nerv hinzieht. Oft überzieht (bei einigen Medusen) dieses Pigment die hinteren und seitlichen Flächen eines linsenförmigen, stark lichtbrechenden Körpers, während die convexere Fläche dieses letztern aus dem Corpus marginale sich heraushebt. Dieser lichtbrechende Körper hängt wahrscheinlich mit Nervenfasern zusammen (Margó).

3. Würmer (Vermes). An denjenigen der niederen Ordnungen findet sich ein mit Nerven versehener Pigmentfleck, der als Auge gelten kann; bei denjenigen höherer Ordnungen wird das Pigment von stark lichtbrechenden, modificirten Zellen (Gegenbauer's Kristallstäbchen) umgeben.

4. Bei den Echinodermen kommen gleichfalls ähnliche Pigmentflecke vor; blos die Asteriden haben an der Spitze der Arme aus zahlreichen sphärischen Körpern bestehende Augen, deren jedes mit einem Pigmentstratum überzogen ist, welches auf einer kugeligen oder halbcylindrischen Markmasse aufliegt. Das ganze Auge wird durch eine Epithelschichte und Cuticula umgeben. Als Sehnerv dürfte man das Ende des Ambulacralnerven annehmen.

5. Bei den Arthropoden (Fig. 139, 1. 4. 5) besteht das Sehorgan aus stäbchenförmigen Gebilden, welche mit den Fasern des Opticus in Verbindung stehen. Diese Stäbchen (4, *kr*) sind an ihrem äussern freien Ende stark lichtbrechend und nehmen nach innen zu den Charakter von Nervenfasern an. Die Hülle derselben wird durch eine granulirte, die Stäbchen scheidenartig umfassende Pigmentschichte (4. *p*) gebildet, und nur das vordere, gewöhnlich convexe Ende derselben ist frei gelassen. Eine Linse ist nicht vorhanden, sie wird jedoch durch die an dem Auge vorüberstreifende, pigmentfreie Chitinhaut des Körpers ersetzt, welche nach innen eine convexe Anschwellung zeigt; in höherem Grade wölbt sie sich vorkommenden Falles in gleicher Weise nach aussen. Den freien Enden der Stäbchen muss eine lichtbrechende Eigenschaft gleichfalls zugesprochen werden. Bei den Insecten bildet die Chitinhaut für jedes Stäbchen eine nach innen convexe, lichtbrechende Façette (Corneafaçette, Fig. 139 *1. o* und 4 *Fac.*). Bei der Biene ist der Bau dadurch bemerkenswerth, weil sie unter den doppelten, zusammengesetzten Augen (Fig 139. 5. *of*) noch einfache (*os*) besitzt, welche man als Nebenaugen (Ocelli s. Stemmata) bezeichnet, die jedoch mit den Augen höherer Thiere keinesfalls verglichen werden können. Ihr Aufbau ist folgender: Nach aussen besitzt die Biene eine aus Chitin bestehende biconvexe und die Linse ersetzende, mit Flimmerhaaren umrandete Cornea,

darauf folgt eine pigmentirte Gefässhaut, zwischen deren Lamellen die Stäbchenbündel liegen, von denen jedes einzelne Stäbchen mit dem Sehnerven in Verbindung tritt. Bei den Schalenthieren und Insecten findet

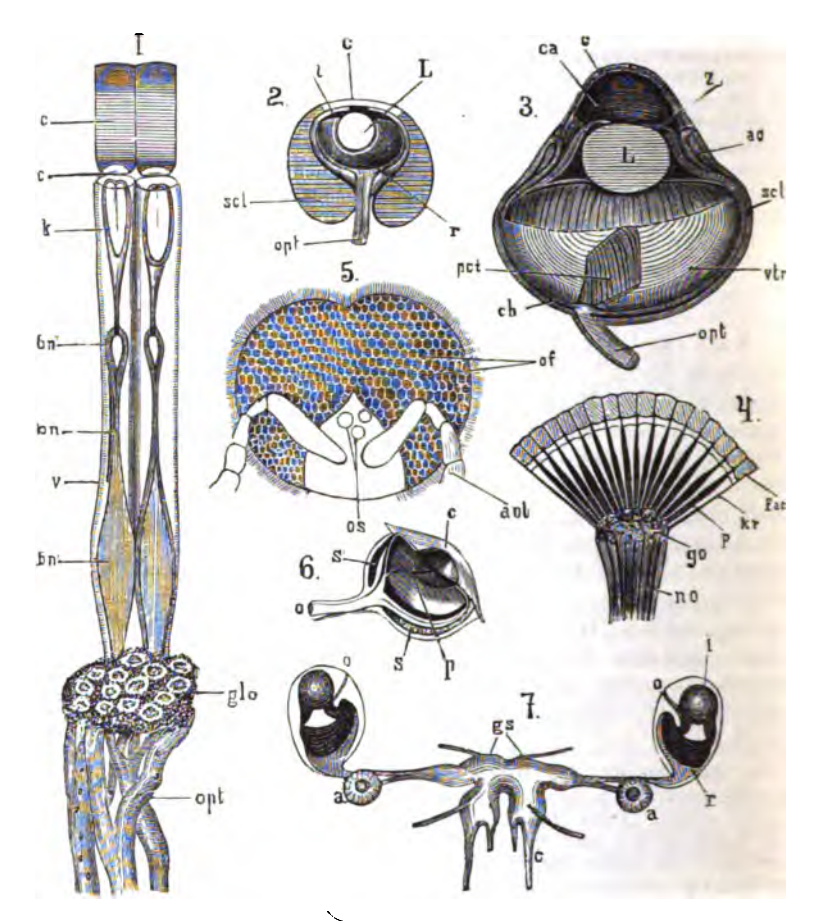


Fig. 139. Augen verschiedener Thiere. 1. = Theile des zusammengesetzten Auges eines Arthropoden (Procrustes coriaceus) nach Leydig; *O* = Corneafacette; *c* = linsenförmige Wölbung derselben; *k* = Kristallkörper; *bn* = Nervenbündel; *bn' bn''* = deren innere und äussere Anschwellungen; *v* = Scheide der Nervenstäbchen; *opt* = Opticusfasern; *glo* = Ganglion opticum. 2. = Durchschnitt des Auges vom Acipenser sturio; *opt* = Opticus; *c* = Cornea; *scl* = knorpelige Sclerotica; *i* = Iris; *L* = Linse; *r* = Retina. 3 = Durchschnitt des Auges vom Falco buteo; *L* = Linse; *c* = Cornea, *ca* = vordere Augenkammer; *i* = Iris; *ao* = Annulus osseus scleroticus; *pct* = Pecten; *vtr* = Corp. vitreum; *ch* = Chorioidea; *opt* = Opticus; von der Chorioidea nach innen liegt die Retina. 4. = Schema des Auges eines Arthropoden. *Fac* = Corneafaçetten; *kr* = Kristallstäbchen; *P* = Pigmentschichte; *no* = Nerv. opticus; *go* = Ganglion opticum. 5. = Kopf von Apis (Biene) mit einfachen (*os*) und façettirten (*of*) Augen; *ant* = Antennen (Fühler). 6. = Durchschnitt des Auges von Esox lucius (Hecht); *c* = Cornea; *p* = Processus falciformis; *s'*, *s* = Verknöcherungen der Sklera; *o* = N. opticus (nach Soemmering). 7. = oberes Pharyngealganglion und Sinnesorgane von Pterotrachea; *gs* = obere Pharyngealganglien; *c* = Commissur; *o* = Augenkapsel mit dem Bulbus; *i* = Linse; *r* = ganglienartige Anschwellung des Opticus, darüber die Pigmentschichte (Chorioidea) etwas dunkler schraffirt; *a* = Gehörorgan.

man zu den Stäbchen hinziehende Muskelfasern, welche zweifellos die Annäherung der Stäbchen an die Cornea vermitteln.

6. Mollusken (Weichthiere). Die unbeweglichen Weichthiere besitzen keine Augen; an den frei beweglichen kommen solche in verschiedenen Entwicklungsstadien vor. Das Auge ist bei Einigen lediglich auf Pigmentflecke beschränkt; die Cephalophoren besitzen jedoch bereits einen Bulbus, an welchem vorne eine Cornea, hinten der Sehnerv zu unterscheiden ist. Von diesem nach innen zu erscheint eine Retina, deren Stäbchenschichte von der äussern Netzhautschichte durch eine Pigmentlage abgesondert ist. Ausser diesen findet sich bei diesen Thieren hinter der Cornea eine, mit einer Glaskörperschichte umfasste Linse; endlich kann man an den Cephalopoden bereits eine Iris und auch eine Pupille unterscheiden (Margó). (In Fig. 139. 7 ist ein einfaches Seh- und Gehörorgan von Pterotrachea abgebildet: die Erklärung siehe in dem unten beigefügten Texte).

Physiologie des Sehens.

Nach neueren Anschauungen wird das von den Körpern kommende Licht, welches das Auge empfindet und durch dessen Einwirkung der Mensch und das Thier Gestalt und Farbe der Körper erkennt, durch die Schwingungen der das Weltall erfüllenden Aetheratome hervorgerufen. Von den Lichtstrahlen wissen wir, dass dieselben auf eine biconvexe Glaslinse geleitet, durch dieselbe dringen und in einer bestimmten Entfernung von dem Ausgangskörper (z. B. der Sonne) ein scharfes Bild auf einer vorgehaltenen Fläche (Schirm- oder Papierblatt) bilden. Ebenso ist es bekannt, dass ein solches, mittelst einer biconvexen Linse hervorgerufenes Bild die vorgehaltene Fläche versengt; jeden Körper, auf den die Strahlen der Lichtquelle gesammelt und hingeworfen werden, anzündet. Der Punkt, in welchem diese Wirkung eintritt, fällt umso näher zu der Linse, je convexer dieselbe ist, weil sie dann eine grössere Sammelfähigkeit (Brechungsvermögen) der Strahlen entwickelt, und wird Sammelpunkt auch Brennpunkt — Focus — der Linse genannt. Das Auge vereinigt ebenso wie eine Sammellinse die aus den vor demselben befindlichen Gegenständen kommenden Strahlen hinter den lichtbrechenden Medien zu einem Bilde; beide können dies aber nur dann, wenn der Gegenstand in einer bestimmten Entfernung von ihnen ist. Das Auge ist — trotz seiner später anzuführenden Fehler — dennoch ein vollkommenerer optischer Apparat, als eine Sammellinse, denn: während die Linse, in welcher Stellung immer in einer genau bestimmten, doch mit der Veränderung der Linsenstellung gleichfalls verschiedenen Entfernung zu dem dahinterstehenden Schirme sich befinden muss, um damit das aufgefangene Bild rein und scharf begrenzt erscheine; besitzt das Auge in sich selbst einen Apparat, welcher diese Veränderungen mit grosser Genauigkeit und Raschheit erledigt; so dass es sowohl Gegenstände aus grosser Entfernung,

als auch solche aus der Nähe erkennt, ohne sich von den Gegenständen entfernen, oder aber dieselben näher rücken zu müssen. Diese wichtige mechanische Function des Auges nennt man Accomodation, die Eigenschaft selbst Accomodationsfähigkeit des Auges. Das Auge ist im Ruhezustande für die unendliche Entfernnng eingestellt; die in unendlicher (oder zu mindest in sehr grosser) Ferne befindlichen Gegenstände, z. B. Himmelskörper sieht man, ohne dass die Accomodation eintritt; diese wird umsomehr in Thätigkeit gesetzt, je näher sich das Auge dem Gegenstande, oder umgekehrt, je mehr sich letzterer dem Auge nähert.

Das Organ für die Accomodation ist nach der allgemein acceptirten Ansicht von Helmholtz, die durch den Musc. tensor chorioideae (Brücke'sche Muskel, Fig. 137. *Br*) in Thätigkeit versetzte Zonula Zinnii (*Zō*). Durch Contraction dieses Muskels wird die mit demselben zusammenhängende Chorioidea gegen den Rand des Canalis Schlemmii (*S*), von welchem der Muskel entspringt, genähert, dadurch aber nothwendigerweise die, die Linsenkapsel spannende und dadurch die Convexität der Linse vermindernde Zonula Zinnii (*Zō*) erschlafft, wodurch die Spannung der Linsenkapsel aufhört und die Convexität der ihre Form verändernden Linse vergrössert wird. Bei Erschlaffung des Muskels treten die entgegengesetzten Verhältnisse ein, die Linse wird mehr abgeflacht. Diese Function des Auges entspricht dem Vorgehen, welches wir mit einer Glaslinse ausführen, wenn wir einmal den Gegenstand von derselben entfernen und dann wieder nähern, oder dies mit der Linse dem Gegenstande gegenüber thun, um bei verschiedenen Entfernungen ein klares und scharfes Bild zu erhalten. Nach Cramer wird die Accomodation auch dadurch unterstützt, dass mit der Contraction des Muskels, auch eine solche der Iris erfolgt (Verengerung der Pupille), wodurch die Linse gedrückt und an der, der Pupille entsprechenden Stelle mehr gewölbt wird.

Das Wesen der Accomodation beruht demnach auf der Abflachung oder Wölbung der Linse in Bezug auf die Entfernung der Gegenstände. Da aber das Auge im Ruhezustande auf Lichtstrahlen aus unendlicher Entfernung (also parallele oder kaum convergirende) eingestellt ist, oder der Brennpunkt des Auges auf die Retina fällt (das scharfe Bild von äusserst entfernten Gegenständen [Himmelskörper] darauf entsteht): so ist die Linse zu dieser Zeit im Ruhezustande, oder in der flachesten Stellung. Bei Annäherung des Gegenstandes (d. h. wenn derselbe aus der Nähe betrachtet wird) müssten wir uns eigentlich entfernen, damit die Lichtstrahlen von dem Gegenstande sich nicht hinter, sondern auf der Retina zu einem Bilde vereinigen; es müsste also die Linse convexer werden, damit die Lichtstrahlen stärker gebrochen, convergirender gestaltet, sich auf der Netzhaut zu einem scharfen Bilde vereinigen. Umgekehrt, wenn das für die Nähe accomodirte Auge auf davon entferntere Gegenstände blickt, so muss, aus angegebenen Gründen, damit die von diesen kommenden Lichtstrahlen auf der Netzhaut ein neues und scharfes Bild hervorrufen, die Linse sich abflachen oder der Accomo-

dationsapparat verändert, die Muskulatur mehr minder abgespannt werden.

Die Accomodationsfähigkeit reicht jedoch blos bis zu einer bestimmten Grenze.

Jene Entfernung, in welcher man einen mittelgrossen Gegenstand noch am deutlichsten sieht, nennt man mittlere Sehweite; welche je nach der Verschiedenheit des Auges 10 bis 20—25 Cm. beträgt. Jenen Punkt, bis zu welchem man einen Körper dem Auge nähern muss, um denselben noch deutlich und scharf sehen zu können, nennt man Nahepunkt. Werden Gegenstände über diesen Punkt dem Auge nahe gebracht, so erscheinen dieselben — obschon vergrössert — verschwommen. Ueber diese Grenze hinaus erlischt das Accomodationsvermögen des Auges. Ein zweiter wichtiger Accomodationsapparat des Auges liegt in der Iris, deren Pupille sich mit der zunehmenden Intensität des Lichtes verengt, bei Abschwächung desselben hingegen erweitert: Accomodation für das Licht.

Ausserdem accomodirt die Iris, eigentlich die Pupille auch für die Ferne, insoferne als dieselbe bei Betrachtung entfernter Gegenstände dilatirt, bei derjenigen naher Gegenstände verengt wird. Nach Donders tritt diese Function der Pupille etwas später, erst nach derjenigen des Accomodationsapparates, ein.

Die Accomodation kann vorzüglich an dem Experimente des Pater Scheiner studirt werden. Wird durch zwei, in einem Kartenblatte einander näher als die Pupille stehende Stichöffnungen auf, in einer geraden Linie hintereinander aufgestellte kleine Gegenstände, z. B. Nadelspitzen gesehen, so bemerkt man die dem Auge nähere Spitze scharf und einzeln, die rückwärtige jedoch verschwommen und doppelt; hingegen steht die Sache umgekehrt, wenn die hintere Nadelspitze fixirt wird. Das gleiche Resultat erhält man auch ohne durchstochenes Kartenblatt, wenn das Experiment mit zwei Bleistiften oder den Fingern ausgeführt wird. Daraus kann gefolgert werden, dass zwei von einander in einer bestimmten Entfernung befindliche Gegenstände zu gleicher Zeit nicht scharf gesehen werden können, oder dass bei einer bestimmten Entfernung der betreffenden Gegenstände das Auge gleichzeitig nur für einen derselben accomodirt werden kann.

In einer gewissen Accomodationsstellung kann jedoch das Auge (für die Entfernung) nicht allein einen, sondern in derselben Linie eine ganze Reihe von Gegenständen scharf aufnehmen; diese Linie wird nach Czermak Accomodationslinie genannt; sie wird ausgedehnter, länger, je mehr das Auge für die Entfernung accomodirt wird. (Auf diese Weise können auf 60—70 Meter vom Auge und von einander ziemlich entfernt stehende Gegenstände sämmtlich scharf begrenzt gesehen werden.)

Normales und anormales Auge.

Wir haben oben bemerkt, dass der nächste (vor dem Auge gelegene) Punkt, den wir mit Hilfe unserer Accomodation noch deutlich zu sehen vermögen, Nahepunkt genannt wird. Unter Fernpunkt wird jener (nach der verschiedenen Brechkraft des

Auges in verschiedener Entfernung vom Auge gelegene) Punkt verstanden, der bei vollständiger Ruhe des Accomodationsapparates deutlich gesehen werden kann. Der Raum zwischen diesem fernsten und nächsten Punkte wird als Accomodationsgebiet bezeichnet.

Um Kenntniss von dem Accomodationsvermögen eines Auges zu besitzen, müssen wir dessen Nahepunkts- und Fernpunktsabstand kennen. Denken wir uns ein Auge in vollständiger Ruhe, demnach auf seinen Fernpunkt eingestellt, und seines Accomodationsvermögens beraubt (wie wir dies thatsächlich durch Einträuflung von Atropin in den Bindehautsack erzielen können), so wird das Auge nur in dem Falle die in der Gegend des Nahepunktes befindlichen Gegenstände deutlich sehen, wenn wir ihm eine entsprechende Convexlinse vorhalten. Diese Convexlinse ist begreiflicherweise das Maass für die Accomodationsfähigkeit des betreffenden Auges. Die Accomodation ist nichts anderes, als eine ideale Linse, die sich das Auge, um nähere Gegenstände sehen zu können, nacheinanderfolgend beilegt. Diese „ideale Linse" heisst nach Donders Accomodationsbreite (nicht zu verwechseln mit „Accomodationsgebiet"). Sie wird gefunden, indem man von der Brechkraft des accomodirenden Auges die des ruhenden Auges abzieht ($\frac{1}{A} = \frac{1}{p} - \frac{1}{r}$, wobei p die Entfernung des Nahepunktes, r die des Fernpunktes bedeutet [Donder'sche Formel]).

Man unterscheidet, die Refraction der Augen anbelangend, drei verschiedene Gattungen, und zwar 1) emmetropische oder normalsichtige, 2) myopische oder kurzsichtige und 3) hypermetropische oder übersichtige Augen.

1. Das emmetropische Auge ist ein solches, dessen Fernpunkt in unendlicher Entfernung liegt, d. h. welches im Stande ist, ohne Accomodation sehr weit entfernte Gegenstände scharf zu sehen. Da von entfernten Lichtpunkten ausgehende Strahlen als parallel zu betrachten sind, so besteht die physikalische Eigenschaft des emmetropischen Auges darauf, dass es parallele Strahlen ohne Accomodation auf seiner Netzhaut vereinigen kann. Der Nahepunkt des emmetropischen Auges liegt je nach dem Alter des Individuums in verschiedener Entfernung: im Kindesalter etwa in 3". er rückt mit zunehmendem Alter immer dem Fernpunkte näher, kann sogar jenseits der siebziger Jahre negativ werden, d. h. aus dem emmetropischen Auge wird dann ein hypermetropisches (s. weiter unten). Jener Zustand, bei welchem der Nahepunkt sich über den Bereich der mittleren Sehweite (circa 12—15") hinaus entfernt hat, nennen wir Presbyopie, Alterssichtigkeit.

Aus dem Gesagten erhellt, dass die Accomodationsbreite mit zunehmenden Jahren immer mehr abnimmt; während sie beim Kind = $1/3$ sein kann ($1/A = 1/3 - 1/\infty$ 3" = Nahepunktabstand, ∞ = Fernpunktabstand), wird sie beim Greise = 0 sein.

2. Als myopisches, kurzsichtiges Auge wird jenes verstanden, bei welchem — die vollständige Accomodationsruhe vorausgesetzt — der Fern-

punkt nicht in unendlicher, sondern in endlicher Entfernung liegt. Strahlen, die von einem solchen nähergelegenen Punkte ausgehen, divergiren. Das kurzsichtige Auge kann also nicht parallele, sondern divergirende Strahlen auf seiner Netzhaut vereinigen. Der Grad der Myopie richtet sich nach der Entfernung des Fernpunktes; je näher dieser zum Auge liegt, desto grösser die Kurzsichtigkeit. Gegenstände, die weiter als der Fernpunktsabstand abliegen, kann der Myopische nicht scharf, sondern nur verschwommen (verwaschen) sehen, weil das Netzhautbild nicht scharf, sondern in Zerstreuungskreisen entworfen ist.

Es hat sich herausgestellt, dass wenigstens die höheren Grade der Myopie dadurch bedingt werden, dass die Augen länger als normal sind. Während durchschnittlich die Axe des emmetropischen Auges an 20 Mm. beträgt, finden wir bei Myopie die Axe bis 30 und mehr Mm. betragend.

Da Concavgläser parallele Strahlen so divergirend machen, als wenn sie von einem vor der Linse gelegenen Punkte herkämen, so ist es klar, dass wir die Myopie durch Vorsetzung geeigneter Concavlinsen corrigiren können.

Die Accomodationsbreite des myopischen Auges wird ebenfalls nach der Donder'schen Formel gefunden, indem wir in der Gleichung $1/A = 1/p - 1/r$, die Weite für p (Nahepunktsabstand) und r (Fernpunktsabstand) einsetzen. Ist z. B der Fernpunkt in 10″, der Nahepunkt in 5″, so ist die Accomodationsbreite $1/A = 1/5 - 1/10 = 2/10 - 1/10 = 1/10$.

3. Wenn das myopische Auge als ein zu langes aufgefasst wird, bei welchem der auffassende Schirm zu weit nach hinten gerückt ist, so dass parallele Strahlen, die auf die Cornea fallen, sich bereits vor dem Schirme, also im Glaskörper kreuzen, so muss das hypermetropische (weitsichtige, übersichtige) Auge als ein zu kurzes betrachtet werden; so dass die Retina weiter nach vorn liegt, als der Lage des Brennpunktes für die auf die Cornea parallel auffallenden Strahlen entsprechen würde. Es können darum im nicht accomodirenden hypermetropischen Auge parallele Strahlen erst hinter der Netzhaut zur Vereinigung kommen und auf derselben nur solche Strahlen sich vereinigen, die bereits convergirend auf die Cornea auffallen. Da jedoch alle von den Gegenständen ausgehenden Strahlen entweder parallel oder divergend sind, und convergirende Strahlen unter gewöhnlichen Umständen nicht vorkommen, so würde der Hypermetrope überhaupt nicht scharf sehen können, wenn er seinen Accomodationsapparat nicht fortwährend in Thätigkeit versetzen würde. Denn die Accomodation wirkt wie eine Convexlinse und kann demnach parallele und divergirende Strahlen in die erforderliche Convergenz bringen. Um die Accomodation solcher Augen nicht ungebührlich anzustrengen, verordnet man passende Convexgläser, deren Stärke je nach dem Grade der Hypermetropie gewählt wird.

Aus dem Gesagten geht hervor, dass der Fernpunkt hypermetroper Augen in negativer Entfernung vom Auge liegen muss, da die auffallenden convergirenden Strahlen (ideal verlängert) sich erst hinter dem Auge schneiden würden. Die Lage des Nahepunktes ist nicht allein vom Alter des Individuums, sondern von der Leistungsfähigkeit des Accomodationsmuskels abhängend. Die Accomodationsbreite ist grösser als im emmetropischen und myopischen Auge, da der Fernpunktabstand negativ ist ($1/A = 1/p - (-1/r) = 1/p + 1/r$).

Fehler des Auges.

Obschon scheinbar ein vollkommenes Organ, besitzt das Auge, wie bereits erwähnt — mehrfache Fehler, welche jedoch theils durch Correction behoben werden, theils auch — möglicherweise infolge Angewöhnung — im Sehen nicht behindern. Man rechnet zu diesen:

1. Die monochromatische oder sphärische Aberration. Dieser Fehler kommt davon, dass, nachdem die lichtbrechenden Medien des Auges, insonders die Linse, Kugelflächen besitzen, diese gleich einer Glaslinse die an der Peripherie einfallenden Lichtstrahlen stärker als die im Centrum eindringenden brechen. (Die, durch die optische Axe einfallenden, gehen durch die lichtbrechenden Medien ungebrochen; unter optischer Axe versteht man die Verbindungslinie der grössten Convexität der lichtbrechenden Flächen).

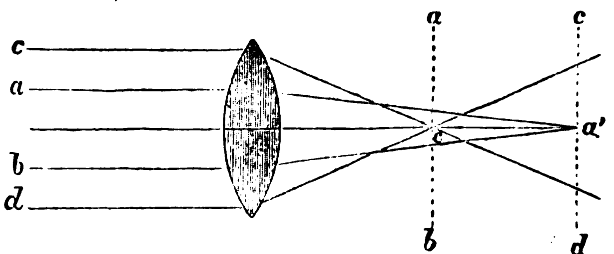


Fig. 140. Darstellung der sphärischen Aberration.

In Fig. 140 ist der durch sphärische Aberration bedingte Fehler einer biconvexen Linse (wie derjenigen im Auge) dargestellt. Die durch die optische Axe ungebrochen, und die neben derselben nahe verlaufenden Lichtstrahlen *a b* sind in der Ebene *c d* bei *a'*; während die an der Peripherie der Linse einfallenden Strahlen *c d* viel früher, bei *c*, in der Ebene *a b* vereinigt werden. Daraus folgt nunmehr, dass von verschiedenen Punkten bes Objectes kommende Strahlen in verschiedenen Ebenen beziehungsweise Brennpunkten vereinigt, und an der Netzhaut mehrere über einander gelagerte, verschieden grosse und scharfe Bilder hervorgebracht

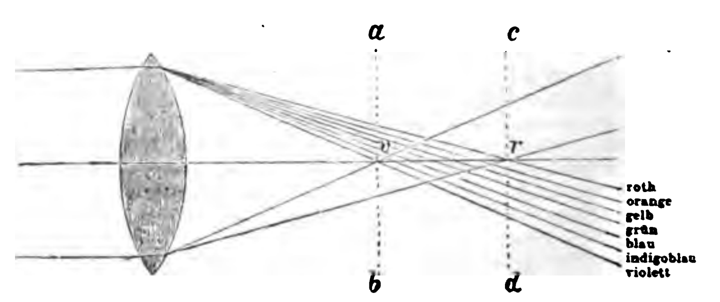


Fig. 141. Darstellung der chromatischen Aberration.

werden, wodurch das Bild mit dunkeln Ringen, den sogen. Zerstreuungskreisen umgeben, daher weniger scharf, oft verzogen und verzerrt erscheint. Dieser Fehler wird im Auge zumeist durch die Iris corrigirt, welche als Diaphragma (der optischen Instrumente) fungirt, d. h. die Lichtstrahlen nur in der Mitte, wo dieser Fehler am wenigsten zur Geltung kommt (durch die Pupille), treten lässt.

2. Die chromatische Aberration erscheint darin, dass das Auge — geradeso wie durch die Linsen optischer Instrumente — die Ränder der Objecte mit farbigen Säumen umgeben erblickt, trotzdem es dafür einen Correctionsapparat hat, und wir übrigens an diese Erscheinung gewöhnt werden.

Dieser Fehler kommt dadurch zu Stande, indem die Augenlinse (gleich einer Sammellinse) das weiss erscheinende, doch aus verschiedenen Farben zusammengesetzte Sonnenstrahlenlicht nicht in einer Ebene vereinigt, sondern die, die Empfindung des Rothen hervorbringenden (kurz rothen) Strahlen später, die violetten Strahlen hingegen bedeutend früher ablenkt. Zwischen die Vereinigungspunkte beider fällt nach dem Rothen das Orange, Gelb, Grün, Blau und Indigoblau, in der in Fig. 141 dargestellten Weise, und zwar bedeutet *v* den Vereinigungspunkt der violetten, *r* den der rothen Strahlen; erstere vereinigen sich in der Ebene *a b*, letztere in *c d* *).

3. Unvollkommene Centrirung der brechenden Flächen des Auges. Diese bringt gleichfalls Fehler in der Erkennung klarer Bilder hervor, wie diess von Brücke constatirt wurde; doch sind diese kaum von Belang.

4. Unter Astigmatismus versteht man jene Eigenschaft oder Fehler des Auges, welche aus der ungleichen Convexität der brechenden Flächen entsteht und dadurch bemerkbar wird, dass das Auge die nicht in einer Ebene befindlichen Objecte, z. B. ein vertikal und ein unmittelbar darauf horizontal belegenes Object zugleich nicht mit der gleichen Sehschärfe erblickt, sondern abwechselnd bald das eine, bald das andere schärfer sieht, je nachdem es sich für das eine oder andere accomodirt. Astigmatismus geringeren Grades besitzt jedes Auge (normaler Astigmatismus), ein hochgradiger stört das Sehen erheblich, wird übrigens durch besondere Cylindergläser corrigirt. Ein derartiges Auge hat keinen gemeinsamen Brennpunkt, woher auch der Name „Astigmatismus“ abgeleitet wird. Werden auf eine weisse Papierfläche zwei sich unter rechtem Winkel kreuzende, feine Linien gezogen und diese angeblickt, so findet man, dass bei scharfem Sehen des horizontalen Striches das Papier dem Auge näher gebracht werden muss, als bei Fixirung der senkrechten Linie.

Entoptische Erscheinungen.

Unter entoptischen, werden jene Erscheinungen verstanden, welche über Wirkung der im Auge selbst befindlichen Körper entstehen. Diese können sein: 1. Schatten, welche durch undurchsichtige, in den lichtbrechenden Medien vorfindliche und vom Lichte erleuchtete Gegenstände auf die Netzhaut projicirt werden. So können Fäden von dem Secrete der Meibom'schen- und Schleimdrüsen der Augenlider, dann mit Thränenflüssigkeit vermengter Staub u. s. w. diese Erscheinung sowohl an dem Bulbus, als auch an dem Lidrande hervorbringen (Spectrum mucrolacrimale). Wird die Cornea mit den Fingern gedrückt, so können deren Falten auf die Retina gefranzte Schatten werfen; ebenso rufen Ablagerungen in der Linse perlartige, die strahligen Figuren der Linse dunkle oder helle Sternbilder auf der Retina hervor. Die sogen. Mouches volantes (Dechales 1690), welche in Rosenkranzform, als Kreise, Fliegengestalten oder Schlangenlinien nach längerm Lesen, Zeichnen oder Mikroskopiren im Auge auftreten, sind ebenfalls entoptische Erscheinungen, deren Ursache zumeist in kleinen Zellkörnchen und Bröckeln des Glaskörpers liegt. Bei rascher Wendung des Kopfes oder der Augen bewegen sich dieselben gleichfalls, da der Glaskörper erschüttert wird und die betreffenden Körperchen in Bewegung gerathen.

2. Eine weitere entoptische Erscheinung ist das Gefäss-Schattenbild (Purkinje 1819), bei welchem die Gefässe der Retina gesehen werden; und zwar wenn dieselben auf die hinteren Theile der Retina, auf die Zapfen-

*) Ueber Vorhandensein dieser Fehler an optischen Instrumenten vergl. des Verfassers „Das Mikroskop“ u. s. f.

stäbchenschichte einen Schatten werfen. Wird in einem dunkeln Raume vor dem Auge eine Kerzenflamme längere Zeit auf und nieder bewegt, und das Auge blickt auf die Wand, so sieht man an derselben das projicirte, vergrösserte Bild der Netzhaut deutlich; es kann sogar die Stelle der **Macula lutea** gut ausgenommen werden (Purkinje, Burow).

3. Ebenso kann die Blutcirculation der Retina gesehen werden (Boissier, Vierordt). Blickt man auf eine starkglänzende Fläche oder durch eine blaue Glasscheibe in das Sonnenlicht, so entnimmt man den Verlauf lichter, glänzender Körperchen (Blutzellen) in gefässartigen Bahnen. Diese Erscheinung erfolgt wahrscheinlich in der Weise, dass die rothen Blutkörperchen als kleine Sammellinsen das auffallende Licht concentrirend auf die Retinastäbchen werfen (Landois).

4. Ferner beobachtete Landois auf entoptischem Wege auch den Puls, was — nach demselben — wahrscheinlich derartig zu Stande kommt, dass durch das Pulsiren der Arterien der Retina die darunter befindlichen Retinastäbchen mechanisch gereizt werden.

5. Durch Druck werden gleichfalls entoptische Erscheinungen wachgerufen. So war es bereits Aristoteles bekannt, dass partieller Druck des Bulbus rasches Lichtaufblitzen, das sogen. Druck-Phosphen hervorbringt; es treten äusserst zierliche Gestalten auf, wenn der Bulbus von vorne nach hinten gedrückt wird (Purkinje); bei langandauerndem Drucke sahen ferner Purkinje und Steinbach das Gefässnetz mit strömendem Inhalte. Verfasser bringt diese Erscheinung morgens nach dem Erwachen durch längeres Reiben der Augen stets an sich hervor; besonders wenn er dann in's Licht sieht; Houdin will nach solchem Drucke stets den **gelben Fleck** gesehen haben.

6. Bei rascher Einwärtsdrehung des Auges soll die Eintrittsstelle des Opticus als feuriger, erbsengrosser Ring zu sehen sein.

7. Ferner sind bei verschiedenen Graden von Erlahmung der Accomodation verschiedene Lichtblitze, die sogen. Accomodations-Phosphene beschrieben worden.

8. Bemerkenswerth ist, dass bei Exstirpation des Bulbus die Betreffenden beim Durchtrennen des Opticus mit der Scheere, stets einen Lichtblitz beobachtet zu haben angeben.

9. Bei electrischen Strömen durch das Auge tritt bei den Stromschwankungen Lichtaufblitzen im Sehfelde auf.

Schliesslich können 10. auch innere Ursachen entoptische Erscheinungen hervorbringen, so z. B. eine abnorme Hyperämie der Retina (bei, sich durch starken Husten oder Niessen steigernden intraoculären Druck u. s. f.) Ebenso bringen Reizungen der psychooptischen Centren Phantasmen hervor, wie solche Cardanus (1550), Goethe und Johannes Müller an sich willkürlich hervorrufen konnten.

Das Augenleuchten und der Augenspiegel.

Wird in das Auge eines Thieres (ohne Tapetum) oder des Menschen geblickt, so erscheint das untersuchte Auge dunkel, obschon von demselben viele Strahlen in unser Auge reflectirt werden; da man in das untersuchte Auge jene Strahlen nicht einlässt, welche gerade gegen das Auge des Beobachters aus dem untersuchten projicirt werden. Gelingt es hingegen in derselben Richtung, in welcher man in das zu untersuchende Auge blickt, zugleich Lichtstrahlen hineinzuleiten, so wird der Hintergrund des letztern beleuchtet sein. Auf diesem Umstande

basirt das von Helmholtz zuerst construirte und in der Augenheilkunde unentbehrliche Instrument, der Augenspiegel; dessen Erläuterung aus der in Fig. 142 dargestellten Zeichnung zu entnehmen ist.

A bezeichnet das beobachtende, *B* das zu untersuchende Auge; ist bei *x* eine Lichtquelle angebracht, so werden deren Strahlen auf die schräg gestellte Glasplatte *ü ü* fallend, in der Richtung der punktirten Linien in das zu untersuchende Auge *B* gelangen, und den Hintergrund *b* beleuchten; der Beobachter kann nun-

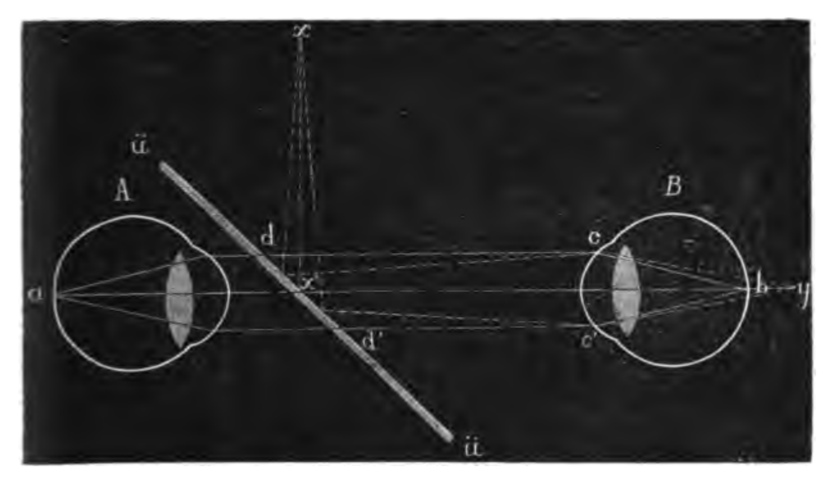


Fig. 142. Darstellung des Principes des Augenspiegels (nach Landois).

mehr durch die Glasplatte hindurch (ohne die Beleuchtung des Auges *B* zu alteriren) in das Auge *B* blicken und dessen Hintergrund beobachten. Nach diesem Principe sind von Helmholtz, Liebreich u. A. verschiedenartige Augenspiegel zum Studium des Augenhintergrundes construirt worden. Zum Studium des Auges vom Menschen oder eines kleinern Thieres reicht ein Liebreich'scher Augenspiegel vollkommen aus; für die Untersuchung der Pferde-Augen ist ein grösserer Handspiegel nothwendig. Mit dieser Art von Spiegeln können nach demselben Principe auch die andern Höhlen des Menschen und der Thiere untersucht werden. — Zur Untersuchung des Auges vom Pferde empfiehlt es sich am besten, das Thier im Stalle mit dem Hintertheile gegen die Thüre zu stellen, den Kopf mit der linken Hand zu halten und mit der rechten mittelst eines runden concaven Augenspiegels, am besten das von einer weissen Wolke des Firmamentes reflectirte Licht in das Auge des Thieres zu projiciren. (Man kann nöthigenfalls auch im Freien, bei jedweder Beleuch-

tung untersuchen, doch ist die angegebene Weise die vortheilhafteste.) Der Untersuchende blickt nun durch eine in der Mitte des Spiegels befindliche, nicht amalgamirte Stelle auf den erleuchteten Hintergrund und schafft sich sowohl über den normalen als anormalen Befund Klarheit.

In Fig. 143 ist das Spiegelbild des Menschenauges dargestellt; bei *A A* der Colliculus nervi optici an der Eintrittsstelle des Opticus, mit den sich verzweigenden Gefässen (*ü v*); die folgende Figur 144 versinnlicht den Augenhintergrund des Pferdes, mit dem Sehnervenhügel (*P*), den Gefässen (*B*) und dem Tapetum (*T*). Der Unterschied zwischen beiden, besonders

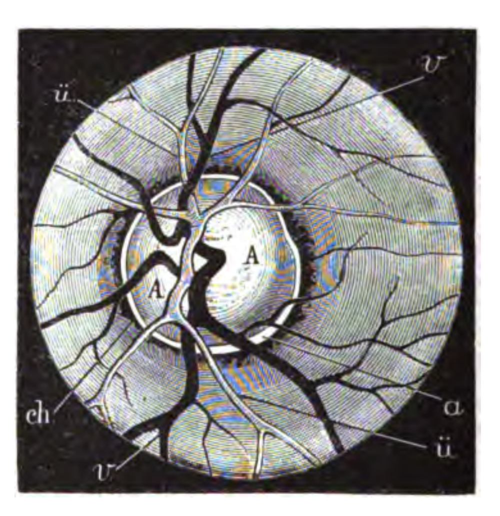


Fig. 143. Augenhintergrund vom Menschen (nach Jäger-Landois). *A—A* = Papille des eintretenden N. opticus; *a* = Bindegewebszone; *ch* = Chorioidealzone; *ü* = Arterien; *v* = Venen.

in der Gefässanordnung und derjenigen der Retina, welche zum Theile durch das an der Choroidea befindliche Tapetum verdeckt wird, ist augenfällig.

Das Tapetum kommt nach Brücke bei vielen Raubthieren (mit Ausnahme der fliegenden) vor; findet sich ausserdem bei den Insektenfressern, dem Pferde, Esel und dem asiatischen Elefanten; im Allgemeinen auch bei den Wiederkäuern und den Walen. Fraglich ist es noch für die pflanzenfressenden Wale: die Halicore und Rhytine. Unter den Vögeln findet es sich blos beim Strausse; dann beim Krokodil und vielen Fischen, insonders bei den Ganoiden und Selachiern, doch auch einigen Perca- und Scomberoidarten. Nach Leydig kommt das Tapetum bei einigen Wirbellosen, so z. B. den Spinnen vor. Nach den an Hunden, Pferden, Kälbern, Katzen, Schafen, Ziegen und dem Reh über das Tapetum von Preusse angestellte Untersuchungen können wir hierüber Folgendes mittheilen: Beim Hunde ist die Farbe desselben in der Mitte goldgrün, an den Rändern blau, oft weisslich, in einzelnen Fällen stahlblau und metallisch

glänzend. Das Tapetum der Katze glänzt goldgelb, an den Rändern bläulich; dasjenige des Pferdes ist grünlichblau, an den Rändern azurblau, nicht metallglänzend; das Rind besitzt ein grünblaues, in der Mitte in's Röthliche spielendes, moiréeglänzendes Tapetum, ähnlich ist dasselbe beim Reh, der Ziege und dem Schafe, letzteres mit weniger Moiréeglanz. Beim Strausse und dem Krokodile ist es silberglänzend weiss (Chatin) und ebenso bei den Fischen. Nach Leydig ist das Tapetum der Spinnen schön grünblau und goldglänzend.

Das Tapetum ist bei allen Thieren über dem Sehnervenhügel an dem Hintergrunde des Auges angebracht. Bei Wassersäugethieren

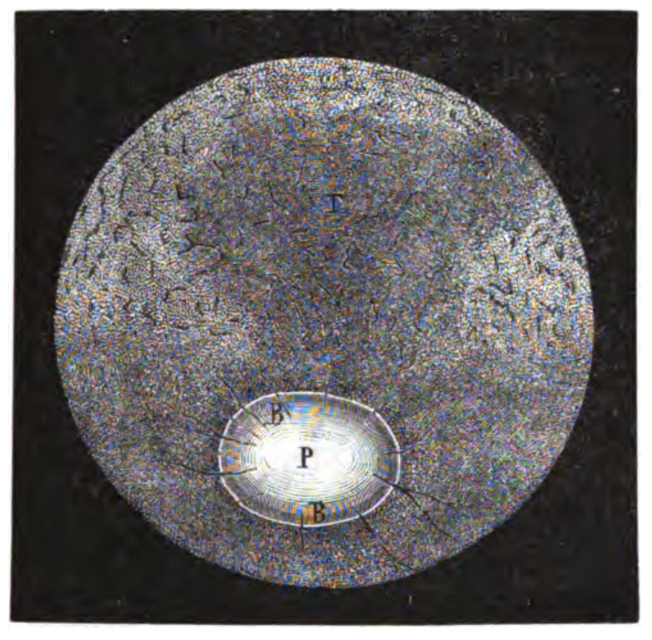


Fig. 144. Augenhintergrund vom Pferde, nach der Natur aufgenommen. *P* = Papilla nervi optici; *B* = Blutgefässe; *T* = Tapetum.

und den Fischen verdeckt es die ganze hintere Fläche des Auges. Bei Raja batis erstreckt es sich als langgestreckter Streifen gegenüber der Pupille. Denkt man sich die Augenkugel in vier Quadranten eingetheilt, so ist — mit Ausnahme der Katze — bei jedem Thiere das Tapetum im untern, äussern Quadranten; die specielle Anordnung jedoch nach den Ordnungen, Klassen und Arten verschieden. So liegt beim Pferde die Eintrittsstelle des Opticus im äussern untern Quadranten, wobei bemerkt werden soll, dass dies blos auf anatomischer Grundlage der Fall ist; wird jedoch das Auge mittelst des Spiegels bei unabgelöster Retina untersucht, so zieht das Tapetum (nicht wie in der Figur 143 nach der Zeichnung von Preusse) am obern Rande des Sehnerven von einer Seite zu der andern. Beim Rinde und dem Kalbe liegt die Papilla nervi optici 4—5 Mm. nach aussen u. 7—9 Mm. nach abwärts von der Mitte des Auges. Beim Schafe auf 6 Mm. nach aussen und 7—8 Mm. nach abwärts; bei der Ziege 5 Mm. nach aussen, und

7 Mm. nach abwärts; beim Rehe auf 4 Mm. nach aussen und 5 Mm. nach abwärts. Das Tapetum des Hundes (Fig. 145. 1) ist ein ungleichseitiges Dreieck, in dessen Hypothenuse die Papilla nervi optici liegt. Bei der Katze (2) ist das Dreieck mehr gleichschenklig. Die Grenzen des Tapetum beim Pferde (3) sind nicht scharf begrenzt und erstreckt sich dieses auf den grössten Theil des Augenhintergrundes. Bei den Wiederkäuern (Rind, Kalb, Schaf, Ziege, Reh), besonders beim Rinde ist die

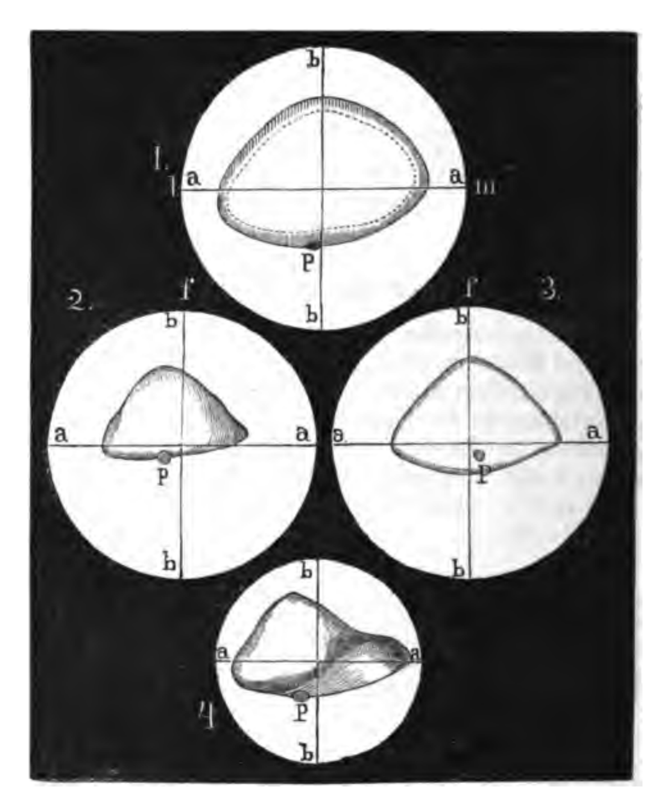


Fig. 145. Gestalt und Ausdehnung des Tapetum der Hausthiere nach Preusse.

Begrenzung schärfer als beim Pferde. Das Tapetum des Kalbes (4) gleicht dem des Rindes, das der Ziege ist mehr viereckig.

In histologischer Beziehung unterscheidet Brücke ein Tapetum fibrosum und ein Tapetum cellulosum. Ersteres kommt nach Brücke im: Pferde, Esel, dem asiatischen Elefant, den Wiederkäuern, einzelnen Walen (Delphin, Monodon monoceros, Balaena mysticetus und Balaena bops), ferner beim Dasyurus viverrinus und Thylacinus cynocephalus, vor. Mit einem Tapetum cellulosum sind die Carnivoren und Pinnipedien versehen.

Der Strauss besitzt ein Tapetum fibrosum. Bei einzelnen Fischen sind die Pigmentzellen der äusseren Schichte der Retina weiss und bilden

das sogen. Pseudotapetum, im Gegensatze zu dem echten oder Chorioidealtapetum (Tapetum proprium chorioideale, Brücke).

Das Tapetum fibrosum zeigt nach Preusse beim Pferde folgende Anordnung. Seine Substanz ist etwa 0·4 Mm. dick, setzt sich hinter der Membrana choriocapillaris nach aussen fort und besteht aus Bindegewebsfasern, zwischen welchen spindelförmige Zellen eingelagert sind. Bei den Wiederkäuern beträgt die Dicke desselben 0·3 Mm. Gefässnetze sind in der Substanz nicht vorhanden, sondern es bilden die aus der Chorioidea propria stammenden und das Tapetum durchsetzenden Gefässzweige an der Choriocapillaris kleine sternförmige Verästelungen, welche seit längerer Zeit am injicirten Ochsenauge als Stellulae vasculosae Winslovi bekannt waren.

Das Tapetum cellulosum findet sich bei den Raubthieren und den Robben; die blauen, grünen, braunen oder gelben Abtheilungen desselben werden von Tapetzellen (Pigmentzellen) dargestellt; die dazwischen befindlichen schwarzen Punkte von den Gefässen der Choriocapillaris geliefert.

Die Sehthätigkeit und die Gesetze des Sehens.

Die lichtempfindenden Elemente der Netzhaut sind einzig die Zäpfchen und Stäbchen (Fig. 138, 2). Diess erhellt aus dem bereits 1668 angestellten Mariotte'schen Versuche, welcher beweist, dass die Netzhaut an der Eintrittsstelle des Sehnerven, an welcher statt Stäbchen und Zapfen blos Fasern des Sehnerven vorhanden sind, gegen Licht unempfindlich ist, dass wir demnach an dieser Stelle der Retina blind sind; daher auch die Bezeichnung als blinder Fleck.

Das Mariotte'sche Experiment wird auf folgende Art ausgeführt. Auf eine Papierfläche (Fig. 146) wird auf eine Seite links ein Kreuz, auf die rechte ein grösserer Kreis oder runder Fleck hingezeichnet. Wird nun die Papierfläche zur Hand genommen und der Kreis (Fleck) mit dem linken Auge — bei zugemachtem rechten — fixirt, wobei die Papierfläche dem Auge solange genähert oder entfernt, bis das Kreuz nicht mehr sichtbar ist; das Experiment kann gleichfalls umgekehrt angeführt werden, so dass das Kreuz mit dem rechten Auge fixirt wird, wobei es gelingt, den Kreis verschwinden zu machen. Wenn in einer (über 2 Meter betragenden) Entfernung und einem bestimmten Winkel, Lichtstrahlen in unser Auge vom Kopfe eines andern Menschen fallen, so kann nach obiger Art derselbe, ebenso wie angeblich auch 11 nebeneinander gelegte Mondbilder verschwinden gemacht werden; aus dem Grunde, weil in diesem Falle das Bild der Gegenstände auf den blinden Fleck fällt. Dass dies thatsächlich der Fall ist, hat Donders nachgewiesen. Wird einem Individuum mittelst des Spiegels auf die Eintrittstelle des Sehnerven das kleine Bild einer Flamme projicirt (welches man im zu beobachtenden Auge selbst auch durch den Spiegel sehen kann) so entsteht bei dem Betreffenden keine Lichtempfindung; sobald jedoch durch eine Bewegung des Spiegels das Bild auf eine andere Stelle der Netzhaut verschoben wird, z. B. an die Peripherie der Eintrittstelle des Opticus, so empfindet das Individuum allsogleich den Lichtreiz. Dieser in den Bildern entstandene Fehler wird bei Betrachtung der Gegenstände auf psychischem Wege ausgeglichen. Die Eintrittstelle des Opticus liegt etwa auf 3·5 Mm. von der Sehaxe, und hat einen Durchmesser von 1·8 Mm. (Helmholtz).

Eine fernere, überaus wichtigere Thatsache ist die, dass der Sehnerv selbst das Licht nicht percipirt; was dadurch erwiesen ist, dass an der Fovea centralis retinae, wo das Sehen am schärfsten ist, keine Nervenfasern vorhanden sind.

Die Contouren der äusseren Glieder der Zapfen und Stäbchen bilden Kreise, zwischen denen lichtunempfindliche Zwischenräume vorhanden sein müssen. Das auf der Netzhaut entstandene Bild ist somit ein aus runden Theilchen zusammengesetztes, mosaikartiges. Wenn von zwei unmittelbar nebeneinander gezeichneten Pünktchen zwei



Fig. 146. Zeichnung zur Demonstration des Mariotte'schen Experimentes.

Bilder auf der Retina entstehen, so werden dieselben blos dann gesondert gesehen, wenn die beiden Bilder auf zwei gesonderte Zäpfchen fallen. Nach M. Schultze beträgt der Durchmesser eines Zäpfchens 2—2·5 μ (μ = Mikrom = Mikromillimeter = 0·001 Mm.). Wir können somit zwei Bildchen gesondert dann wahrnehmen, wenn die Entfernung beider auf der Retina 3—4—5·4 μ beträgt; man erhält anders blos einen Eindruck, wenn die Punkte näher zu einander belegen sind, d. h. die von ihnen auf die Retina entstehenden Bilder nicht auf zwei gesonderte Zäpfchen, sondern blos auf ein einziges solches fallen.

Am schärfsten sieht das Auge an der Fovea centralis retinae, wo blos Zäpfchen vorhanden sind, was darauf hinweist, dass die Zäpfchen zum Sehen geeigneter sind, als die Stäbchen. Bei scharfem Sehen wird das Auge instinctiv derartig gegen den betreffenden Gegenstand gerichtet, dass dessen Bild auf die Fovea centralis retinae fällt. Man nennt diese Stellung das „Fixiren“ des Auges. Die aus der Fovea centralis retinae zu den Objectpunkten gezogenen Geraden heissen Sehaxen (Fig. 137 *lt*), welche mit der optischen Axe (*ot*) (durch welche die Mittelpunkte der lichtbrechenden Medien verbunden werden) einen Winkel von 3·5—7° bilden. Unter directem Sehen

verstehen wir dasjenige, bei welchem die Objectpunkte durch die Sehaxen mit der Fovea centralis verbunden werden, oder aber die Sehaxe direct auf das Object gerichtet ist. Als indirectes Sehen wird dasjenige bezeichnet, wenn die Sehstrahlen von den Objectpunkten auf periphere Netzhautabschnitte fallen. Letzteres ist ein bedeutend weniger scharfes Sehen, als das directe.

Es können nur die Zapfen und Stäbchen durch die Aetherschwingungen in derartige Thätigkeit versetzt werden, welche wir „Sehen" nennen; doch auch sowohl mechanische als elektrische Reize Lichterscheinungen auslösen.

Die Dauer des Reizungszustandes der Retina ist eine äusserst kurze; da auch der elektrische Funke wahrgenommen wird (sogar einer von 0·000000868 Sekunde Dauer); zur Perception ist eine um so geringere Zeitdauer nöthig, je grösser und lichter die Objecte sind. Dabei ist das Auge derart empfindlich, dass es bis zu 0·01 Theilen Lichtverstärkung oder -Abnahme wahrnimmt. Zur Perception der gelben Farben ist weniger Zeit erforderlich, als für violette oder rothe (Vierordt). Der Aufenthalt im Dunkeln, nächtliche Ruhe machen die Netzhaut für Licht empfindlicher; ferner ermüdet dieselbe, wenn sie lange — oder aber kurze Zeit doch aber durch sehr intensives Licht — gereizt wurde; die Ermüdung tritt an den centralen Theilen früher als an den peripherischen ein (Aubert).

Dass die Einwirkung des Lichtes auf die Endapparate nicht nur auf rein mechanische, d. h. durch Hervorrufen von mole culärer Bewegung in den Endorganen, sondern auch auf photochemische Weise wachgerufen wird, erhellt aus den instructiven Untersuchungen von Boll und Kühne. Der erstere beobachtete schon vor längerer Zeit, dass die Stäbchenschichte der Thier-Retina purpurn (Retinaroth, Sehroth, Sehpurpur) ist, und auf Lichteinwirkung verblasst, deren Farbstoff sich aber wieder neu bildet. Kühne hat auf chemischem Wege (durch 2—5% Gallensäuren) den Sehpurpur extrahirt; und durch optographische Versuche, dessen Veränderungen über Lichteinfluss nachgewiesen, constatirend: dass die Objectbilder, deren Fixirung ihm auch gelang, im Sehpurpur auf chemischem Wege entstehen (Optographie). Es ist demnach die Netzhaut in vieler Hinsicht, mit der lichtempfindlichen Platte eines photographischen Apparates zu vergleichen, auf welcher ebenfalls Bilder entstehen, die jedoch, wenn sie nicht fixirt werden, verschwinden.

Das Retinaroth (Boll) oder der Sehpurpur (Kühne) kommt bei allen mit Retinastäbchen ausgestatteten Wirbelthieren vor, vom Amphioxus lanceolatus bis hinauf zum Menschen (ausgenommen die Fledermaus, das Huhn und die Taube); es fehlt sogar in den aus dem Uterus unmittelbar entnommenen Embryonen nicht und ist in grosser Menge auch in den Augen der lichtscheuen Eulen enthalten. Bemerkt muss hier werden, dass die Färbung sich blos auf die Stäbchen, niemals aber auf die Zäpfchen erstreckt.

Farbenempfindung.

Durch die auf das Auge wirkenden Einflüsse gelangt nicht allein die Gestalt und Grösse der Objecte zum Bewusstsein, sondern man verschafft sich auch Kenntniss über die Farbe derselben. Die Frage, in welcher Weise die Netzhaut bei der Perception dieser Empfindungen betheiligt ist, wird durch die ältere Theorie von Young-Helmholtz und die neuere von Hering beantwortet. Ehe wir zur kurzgefassten Darlegung dieser Theorien schreiten, sei es gestattet, Einiges über die Farben vorauszuschicken. Man unterscheidet einfache und zusammengesetzte Farben (darunter sind keine Pigmente, sondern die in uns entstandene Empfindung zu verstehen), also richtiger: wir besitzen einfache und zusammengesetzte Farbenempfindungen. So ist das weiss oder weissgelblich erscheinende Sonnenlicht (nach dem Nachweise von Brücke und seinen Schülern) eigentlich roth, und ein zusammengesetztes Licht. Man kann sich davon Ueberzeugung schaffen, wenn man durch eine Oeffnung des Fensters in ein dunkles Zimmer einen Sonnenstrahl auf ein dreikantiges Glasprisma leitet, und diesen dann auf einer Wand oder einem Schirm über dem Prisma auffängt. Man sieht auf dem auffangenden Schirme durch den das Prisma passirenden Strahl die Regenbogenfarben gebildet. Ein solches Bild heisst Spectrum. Die Farben reihen sich oder verschmelzen darin folgend: roth, orange, gelb, grün, blau, indigoblau und violett. Dies rührt daher, weil die in uns die Farbe des Violett hervorbringenden Lichtstrahlen oder kürzer die violetten Strahlen, welche in der Secunde die grösste Schwingungszahl aufweisen, im Prisma am stärksten gebrochen werden; während diejenigen mit kürzester Schwingungsdauer, d. h. jene, welche die Empfindung des Roth in uns wachrufen, die geringste Brechung erleiden. Die Brechung schreitet vom Roth zum Violett vor. Die auf diese Weise verschiedentlich gebrochenen Strahlen schreiten aus dem Prisma von einander gesondert und bilden verschiedenfarbige, doch in einander zusammenfliessende Bilder auf dem auffangenden Schirme, ebenso wie weiter oben vom Auge und der Linse dargestellt und in Fig. 141 versinnlicht wurde.

Dass der Grund für dieses im Prisma und nicht im Lichtstrahle liegt, beweist der Umstand, dass einfache farbige Lichtstrahlen durch eine hinter dem Prisma aufgestellte Sammellinse zu weissem Lichte zusammengefasst werden können. Dass hingegen die Gesammtwirkung sämmtlicher Spectralfarben in unserem Auge die Empfindung von Weiss hervorbringen kann, wird mit dem einfachen Experimente des Farbenkreisels bewiesen. Dieses

stellt eine Papierscheibe dar, auf welcher die Spectralfarben in bestimmtem Verhältnisse angebracht sind; wird nun die Scheibe (durch eine sogen. Centrifugalmaschine) im Kreise gedreht, so erscheint sie bei rascher Drehung weiss (zu mindest grauweiss). —

Zu weiterem Verständnisse dieser Thatsachen muss angeführt werden, dass sowohl die Licht- als auch die Farbenempfindung von Nachwirkungen begleitet ist; ausserdem dass es ein latentes Stadium der Lichtempfindung gibt, d. h. es verstreicht eine gewisse — wenngleich minimale — Frist, bis das Lichtaufblitzen empfunden wird (physiologische Zeit); auf die Lichteinwirkung folgt die Nachwirkung, von bestimmter und um so längerer Dauer, je intensiver das Licht, dessen Einwirkungszeit, und je reizfähiger die Netzhaut war. Ist das Nachbild gleich lichtstark und gefärbt, so heisst es positiv; ist es dunkel, so spricht man von einem negativen Nachbilde. Die negativen Nachbilder der farbigen Objecte erscheinen dann in Complementärfarben (s. weiter unten).

Blickt man einen Moment in das Sonnenlicht und wendet das Auge dann auf einen andern Gegenstand oder in das Leere, so tritt das Sonnenbild mehrfach und durch längere Zeit vor uns hin. Durch den Schnapp-Apparat von Noremberg kann man sich leicht von den farbigen negativen Nachbildern überzeugen; es wird ein, auf ein grösseres weisses Kartenpapier geklebtes, kleineres viereckiges z. B. rothes Papierstückchen durch eine Zeit lang fixirt und dann ein an dem obern Theile des Apparates angebrachtes ganz weisses Papierblatt über das erstere gezogen. An Stelle des rothen Fleckes erscheint nunmehr auf der weissen Fläche ein grüngefärbtes Nachbild. Auf Blau tritt Gelb, auf Gelb wieder Blau, auf Grün Roth u. s. f. als Nachbild ein.

Die Wirkung des obenerwähnten Farbenkreisels (Farbenscheibe) ist nun leicht zu verstehen. Da bei Drehung der Scheibe nach Einwirkung der einzelnen aufgetragenen Farben auch die Nachwirkung jeder einzelnen eintritt und, während der Umdrehung der Scheibe anhält; oder anders: da sämmtliche Spectralfarben auf einmal auf die Retina einwirken, so entsteht eine gemischte Empfindung, in der Weise wie bei Betrachtung der zusammengesetzten und durch das Prisma unaufgelösten Sonnenstrahlen. Wir erhalten somit bei Vermischung der Empfindungen aller Spectralfarben weisses Licht, welches jedoch bei Vermengung (von nicht allen sieben, sondern blos) drei oder bestimmten zwei Farben eintritt. Jene Farben, bei deren Vermengung wir die Perception von Weiss erhalten, nennt man Ergänzungs- oder Complementär-Farben; solche sind: Roth und Grün, Blau und Gelb, Orange und Indigo, Violett und Gelb u. s. f. in gewissen Nuançen.

Die Mischung solcher Farben kann auf verschiedene Art ausgeführt werden. Entweder dadurch, dass durch zwei Prismen projicirte Spectren

derartig einander genähert werden, dass deren einzelne Farben sich decken, oder aber auf einfachere Art dadurch, dass eine Papierfläche zu beiden Seiten mit farbigen Quadraten beklebt wird, zwischen welche eine blanke Spiegelscheibe vertical aufgesetzt und nach beiden Seiten derartig abgelenkt wird, dass beim Schauen durch dieselbe auf das Quadrat der entgegengesetzten Seite, die Strahlen des uns näher befindlichen Quadrates vom Glase reflectirt, und ebenso die Strahlen des gegenüberliegenden Quadrates im Glase gebrochen in unser Auge gelangen. Nach einigen Versuchen gelingt es leicht, die Hälfte beider Quadrate in ihren eigenen Farben, die andere Hälfte weiss zu sehen, vorausgesetzt, dass die entsprechenden Complementärfarben günstig getroffen wurden.

Es ist bisher unermittelt, ob Thiere gleiche Farbenempfindungen wie der Mensch besitzen; es steht jedoch fest, dass ihnen ein gewisses Farbenunterscheidungsvermögen zukömmt, und sie durch verschiedene Farben — wie die tägliche Erfahrung lehrt — unangenehm berührt, ja sogar gereizt werden können.

Nach der ältern Theorie von Young-Helmholtz gibt es blos drei Grundfarben, und zwar Roth, Grün und Violett, und in der Retina dem entsprechend auch diese drei Grundfarben percipirende Nervenfasern. Wenn nun — dieser Anschauung zufolge — sämmtliche drei Fasern gleichmässig gereizt werden, dann entsteht die Empfindung des Weiss; bei Roth würden blos die rothempfindenden Fasern und ebenso bei Grün die grünen, bei violettem Lichte die violetten Fasern gereizt werden; ebenso kommt wie durch Mischen zweier Grundfarben andere entstehen, die Empfindung anderer Farben ausser der Grundfarbe dadurch zu Stande, dass die Reizung der die Grundfarben empfindenden Fasern in wechselnder Stärke erfolgt und diese sich für die entsprechenden gemischten Farbenempfindungen miteinander combiniren.

Neuere Theorie der Farbenempfindung nach Hering. Hering nimmt an, dass das Sehorgan im engern Sinne aus dreierlei Substanzen besteht, und zwar solchen, 1. welche zur Vermittelung der Empfindungen von Weiss bis zu Schwarz dienen; 2. welche die Empfindungen von Roth zu Grün und 3. welche diese von Gelb bis zu Blau vermitteln. Jede einfache Aetherwelle, welche in uns eine Farbenempfindung hervorruft, versetzt zugleich die zur Vermittelung der sich von Weiss bis zu Schwarz erstreckenden Empfindungen in Reizzustand. Wenn nun Gelb und Blau auf die entsprechende Substanz des Sehorganes in dem Maasse einwirken, dass sie einander in der Wirkung aufheben, so bleibt lediglich die Wirkung auf die Weiss und Schwarz hervorrufende Substanz zurück und wir empfinden graues Licht. Ein gleiches Verhältniss steht auch für grün und rothes Licht. Es ist somit leicht einzusehen, dass bei Einwirkung sämmtlicher Strahlen in das Sehorgan blos die Wirkung auf die weiss-schwarze Substanz übrig bleibt, indem die übrigen sich wechselseitig auf-

heben, wesswegen das Sonnenlicht, da es ein zusammengesetztes gemischtes Licht darstellt, in uns die Empfindung von Weiss hervorrufen muss.

Nervencentrum für das Sehen.

Das Sehen oder die Wahrnehmung von Objecten, die Erkennung, deren Grösse, Gestalt, Farbe, Stellung im Raume, Bewegung u. s. w. erfolgt durch Reizung der Endapparate der Sehnerven mittelst Lichtstrahlen und Uebertragung (Leitung) dieses Impulses durch den Sehnerven an das Gehirn, und der Wirkung dieser Einflüsse auf das Bewusstsein. Es werden somit nicht die Lichtwellen zum Gehirn geleitet, sondern blos jener Impuls (Reiz, Erregung), welche im Nerven erfolgt. Bei Reizung der Gehirncentren allein, z. B. im Schlafe, bei fieberhaften und Gehirn-Erkrankungen entstehen, ohne dass Licht oder Farbe in das Auge gelangt, subjective Licht- und Farbenempfindungen, die sogen. optischen Hallucinationen oder Phantasmen. Beim Hunde und Affen ist — nach H. Munk (s. Hirnfunctionen) — das sogen. Sehgebiet, an der Convexität des Hirnoccipitallappens ausgebreitet, dessen vollkommene Zerstörung bei Thieren vollständige Blindheit (vollständige Rindenblindheit) ergibt. Pathologische Befunde lassen es wahrscheinlich erscheinen, dass das Sehgebiet beim Menschen gleichfalls an diese Stelle gebunden ist. Bei sämmtlichen Säugethieren bis herab zum Kaninchen stehen beide Netzhäute zu beiden Hirnsehgebieten im Verhältnisse, jedoch bei verchiedenen Thieren in verschiedener Weise. Die Sehnerven verlaufen — wenngleich nicht vollständig — gekreuzt. Die nicht gekreuzten Faserbündel sind um so stärker, je mehr sich das Thier (Affe, Hund) dem Menschen nähert, doch überwiegt auch bei letzterm die gekreuzte Parthie vor der ungekreuzten.

Beim Hunde hängen beide Netzhäute grösstentheils mit dem Sehgebiete der entgegengesetzten Seite zusammen, und nur zum kleinern Theile, der laterale äusserste Abschnitt mit demjenigen der gleichen Seite. Beim Affen ist dieser, zum Sehgebiete derselben Seite führende Abschnitt stärker entwickelt, mehr noch beim Menschen. Eine vollständige Faserkreuzung kommt nur bei den Vögeln vor. Im Chiasma n. optici sind ausserdem Comissurenfasern vorhanden, welche das eine Sehgebiet direct mit dem andern verbinden. Ferner machte H. Munk die bemerkenswerthe Entdeckung, dass gleich wie jedem einzelnen Punkte des geschauten Objectes auf der Retina auch bestimmte Bildpunkte entsprechen, ebenso jeder einzelne Punkt der Netzhaut mit bestimmten Punkten des Sehgebietes der Hirnrinde in

relativem Verhältnisse steht; so dass gleichsam eine bestimmte Projection der Netzhaut auf das Hirnsehgebiet erfolgt. Dieses Verhältniss gibt für die Localzeichen (rechts, links, oben, unten) der Gesichtsempfindungen die anatomische Grundlage ab.

Physik des Sehens.

Jeder einzelne kleinste Theil der Netzhaut steht, — wie bereits gemeldet — mit einem entsprechenden Abschnitte des Hirnrindensehgebietes in Verbindung; woher es kommt, dass zugleich mit jeder Gesichtsempfindung das Bild des betreffenden durch das Licht erregten Netzhautabschnittes allsogleich zum Bewusstsein gelangt. Man kennt durch die übrigen Sinnesorgane, z. B die Controlle des Tastsinnes, dass jede unserer Gesichtsempfindungen, durch ausser dem Auge befindliche Objecte verursacht wird. Auf diese Art lernt der Mensch und das Thier,

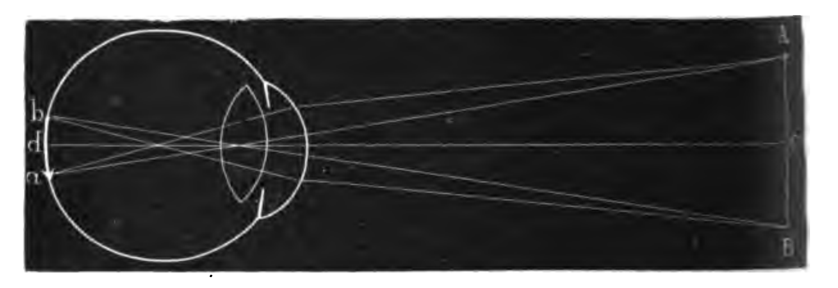


Fig. 147. Darstellung des verkleinerten verkehrten Netzhautbildes.

unbemerkt, jedoch nach längerer Erfahrung das Sehen, wobei Erfahrung und Angewöhnung dahin leiten, dass beim Entstehen einer Gesichtsempfindung, das dem Impulse entsprechende Object stets ausserhalb aufgesucht wird. Hiezu muss ferner erwähnt werden, dass auf der Netzhaut ein verkleinertes, verkehrtes Bild des Objectes entsteht (wie aus Fig. 147 ersichtlich), letzteres aber dennoch aufrecht gesehen wird.

Die von dem Objecte *A-B* abgehenden Strahlen vereinigen sich im Auge convergirend im Knotenpunkte des Auges, gehen hierauf auseinander und treffen die Netzhaut in den Punkten *b-a*, auf welcher dann das verkehrte Bild entsteht.

Von dem Auftreten des verkehrten verkleinerten Bildes auf der Netzhaut kann man sich leicht überzeugen, wenn man das Auge eines weissen Kaninchens herausschneidet, und durch dessen Sclerotica auf einen davor befindlichen Gegenstand (Finger, Fensterkreuz) sieht, dessen umgekehrtes Bild man dann am linken Augengrunde wahrnimmt.

Da aber das Auge diesen Impulsen entsprechend das Bild nach Aussen projicirt, und zwar dies jeder Netzhautpunkt mit dem ihm entsprechenden Bildpunkte über psychische Einwirkung der Punkte des Sehfeldes thut, indem es die den Bildpunkten entsprechenden Objectpunkte in der Richtung der sogen. Richtungs-, Ziel- oder Sehlinien sucht, diese aber an jener Stelle und Lage findet, in welcher sie sich thatsächlich befinden; so umgeht man gänzlich die Folgerung, dass auf der Retina gerade oder verkehrte Bilder entstehen, und sieht die Gegenstände — trotz des verkehrten Netzhautbildes — in ihrer wahren Stellung.

Zur Abschätzung und Beurtheilung der Raumverhältnisse unserer Gesichtsempfindungen sind ferner die Augenbewegungen nothwendig; zu deren näherem Verständnisse folgendes angeführt werden soll: Unter Augenaxe oder Drehaxe des Auges versteht man jene Gerade, welche von der grössten Convexität der Cornea durch den Knotenpunkt des Auges auf den Augenhintergrund gezogen, und zwar etwas nach innen und aufwärts von der Fovea centralis gedacht wird; diese bildet zugleich die Axe der lichtbrechenden optischen Medien des Auges. Die zwei Endpunkte derselben werden als Pole, die auf die Augenaxe gelegte Ebene als Meridianebene, und der dieser Ebene entsprechende grösste Kreis, als Meridian bezeichnet. Die durch den Mittelpunkt der Sehaxe auf dieselbe senkrecht, oder auf die horizontal und parallel gedachten Sehaxen in frontaler Richtung gelegte Ebene, heisst Aequatorialebene; der dieser entsprechende grösste Kreis: der Aequator. Den verticalen Durchmesser des Aequators nennt man die Höhenaxe, den horizontalen hingegen Queraxe des Auges.

Die Sehaxe (oder Richtungslinie des Hauptstrahles eines fixirten Punktes), welche von der Fovea centralis durch den Knotenpunkt des Auges zur Cornea zieht, bildet mit der Augenaxe einen Winkel von 4—7°. Der Drehpunkt des Auges an der Augenaxe ist etwa 14·6 Mm. von der grössten Convexität der Cornea entfernt, also 1·5 Mm. über dem Mittelpunkte des Auges befindlich. Da der Fixationspunkt auch Blickpunkt genannt wird, so wird die, den Drehungs- und Blickpunkt verbindende Linie — jene Gerade, welche vom Fixationspunkte durch den Drehpunkt zur Fovea centralis hinzieht — als Blicklinie, die aber durch dieselbe gelegt gedachte Ebene: Blickebene genannt werden.

Steht nun die Axe beider Augen parallel und horizontal, in der Weise, dass sich die Queraxen in einer Geraden fortsetzen, so kommt jene Augenstellung zu Stande, in welcher man Augenbewegungen auszuführen vermag, ohne die Augen um die Sehaxen drehen zu müssen; wesswegen man diese Stellung als primäre Augenstellung bezeichnet. Aus dieser Stellung können, ohne Veränderung der Blickebene, einfach durch Drehung um die Höhenaxe die convergirenden und divergirenden Augenbewegungen ausgelöst werden; ebenso wie durch Drehung

um den Querdurchmesser (Queraxe) die Erhebung oder Senkung der Blicklinie erfolgen kann.

Die um die Höhen- und Queraxen ausgeführten Bewegungen pflegt man als secundäre Stellungen des Auges (Secundärstellung) zu bezeichnen. Bei mit Veränderung der Blickebene einhergehenden Augenbewegungen (bei denen also mit den Drehungen um die Axen der Aequatorialebene zusammen, auch um die Sehaxe herum [dem Uhrzeiger ähnlich] oder in umgekehrter Weise Drehungen ausgeführt werden) nennt man diese Stellung des Auges: die tertiäre (tertiäre Augenstellung).

Die Bewegungen des Auges werden durch folgende drei antagonistischen Muskelpaare hervorgebracht: Den Musculus rectus superior et inferior; M. obliquus superior et inferior; und M. rectus externus et internus. Der obere gerade Augenmuskel verläuft schräg von seiner Ursprungstelle am Foramen opticum, und dreht das Auge nach oben und aussen; der untere gerade Augenmuskel hingegen nach unten und aussen. Der untere schiefe Muskel, welcher sich von innen und unten, nach aussen und oben um das Auge sozusagen herumschlingt, dreht dasselbe nach oben und innen; der obere schiefe Muskel, welcher in der Nähe des oberen Augenhöhlenrandes durch die Rolle hindurch, dann schräg nach hinten und aussen zieht, muss das Auge nach abwärts und innen drehen: während der äussere gerade Muskel es blos nach aussen. der innere gerade Muskel allein nach innen drehen wird. Daraus folgt, dass zur senkrechten Erhebung der Blicklinie der obere gerade und untere schiefe; zur senkrechten Senkung der untere gerade und obere schiefe Muskel zusammen in Action treten müssen. Die Ablenkung der Blicklinie nach der Seite (nach innen oder aussen) besorgt der innere, beziehungsweise der äussere gerade Muskel.

Wird ein Object fixirt, so treffen sich dessen beide Sehaxen im Fixationspunkte; man nennt den so entstandenen Winkel: Convergenzwinkel. Derselbe ist um so kleiner, je entfernter vom Auge das fixirte Object ist; beim Sehen in unendliche Ferne stehen die Sehaxen parallel, der Winkel ist somit = 0.

Die Accomodation des Auges hängt mit dem Convergenzwinkel zusammen. Beim Fixiren der Objecte richtet man nicht nur instinktiv die Sehaxen derartig, dass das Objectbild am gelben Fleck erzeugt wird, sondern accomodirt das Auge zugleich in der Weise, dass das Bild scharf sei; woraus folgt, dass ein Associationsverhältniss zwischen den, den Convergenzwinkel beherrschenden inneren und äusseren geraden Augenmuskeln, und der Accomodationsmuskulatur bestehen müsse.

Da jedoch bei der Accomodation auch Verengerung der Pu-

pille erfolgt, so muss bei jeder Drehung der Sehaxe nach innen, (wenn der Convergenzwinkel kleiner wird) ebenfalls die Pupille verengt werden. Es besteht demnach eine Association zwischen dem Accomodationsmuskel (Tensor chorioideae), dem inneren geraden Augenmuskel und dem Sphincter der Pupille, welche auf einen Zusammenhang der Fasern des N. oculomotorius mit den Centralorganen hinweist.

Es wurde oben angedeutet, dass sich die Objectbilder auf der Retina in der Fläche ausbreiten. Man schliesst demnach auf die Ausdehnung der Objecte (in der Breite und Höhe) aus der Grösse der auf der Netzhaut empfundenen Bilder. Die schein-

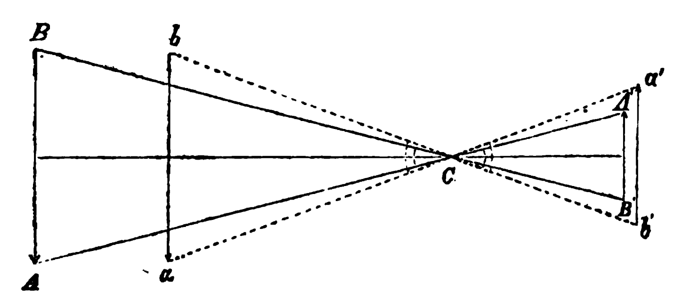


Fig. 148. Darstellung des Sehwinkels (*C*).

bare Grösse des Netzhautbildes hängt aber von der Grösse des Winkels ab, welcher entsteht, wenn die Objectendpunkte mit den Endpunkten des auf der Retina entstandenen verbunden, werden. Man nennt den dadurch entstehenden Winkel: Sehwinkel (Fig. 148 *C*). Dieser ist um so grösser, je näher sich das Object dem Auge befindet; das Object erscheint demnach grösser, als wenn es in der Ferne steht, oder der Sehwinkel des Auges ein kleinerer ist (vgl. Fig. 148). Die von den Endpunkten *B A* des vom Auge entfernten Objectes kommenden Strahlen machen auf der Netzhaut z. B. das verkehrte kleinere Bild *A' B'*, der Sehwinkel (*C*) ist durch die ausgezogenen Linien dargestellt; denken wir uns das Object dem Auge genähert, z. B. bei *b a*, so wird auf der Retina ein grösseres Bild *a' b'* entstehen, als das vorige und der Sehwinkel (s. die punktirten Linien) bedeutend grösser sein. Aus der Grösse der Netzhautbilder, eigentlich aus der Empfindung der grössern und kleinern Einwirkung derselben, schliesst man auf die Grösse der ausser uns befindlichen Gegenstände; ebenso auf die Entfernung, in welcher sich dieselben von uns befinden.

Wir orientiren uns durch die Empfindung der Ausdehnung des Netzhautbildes, und der Erforschung ausser uns belegener

Objecte in Bezug der zweierlei Richtung der räumlichen Ausdehnung, und zwar über die Höhe und Breite der Objecte; durch Abschätzung der Entfernung über die Dimension der Tiefe; oder aber durch sämmtliche physiologisch-physikalische oder psychische Functionen über die Erkenntniss der Raumverhältnisse der Aussengegenstände. Diese Eigenschaft des Auges, wodurch die drei Dimensionen der Gegenstände erkannt werden, nennt man Raumsinn des Auges.

Stereoskopisches Sehen.

Das Erkennen des Tiefendurchmessers von Objecten beim Sehen mit einem Auge pflegt indirect zu erfolgen und ist vielen Irrthümern ausgesetzt. Hingegen geschieht die Erkenntniss der räumlichen Anordnungen beim Sehen mit beiden Augen (binoculäres Sehen) bedeutend präciser, schärfer und körperlicher. Es frägt sich nun, warum ein auf binoculärem Wege fixirtes Object, obschon dessen Bild in jedem einzelnen Auge entsteht, nicht doppelt gesehen wird? Nebenstehende Fig. 149 dient zur Erläuterung des binoculären Sehens, mit einfacher Erscheinung des Objectes. So oft wir nämlich ein Object (z. B. *B* in Fig. 149 I) deutlich sehen, erblicken wir die ferner stehenden Gegenstände (z. B. *A*) verschwommen und doppelt, ausserdem wird von *B* aus das *A* auch undeutlich gesehen, wie in A_1 und A_2. So oft wir jedoch einen entferntern Gegenstand (z. B. *A* in Fig. 149 II) deutlich erblicken, tritt der näherstehende verschwommen, auch doppelt auf, (z. B. *B* bei II, ebenso wie B_1 und B_2). Dies rührt blos daher, dass die Reize gewisser auf der Retina beider Augen befindlicher, zu einander gehöriger und miteinander im Verhältnisse stehender Punkte im Bewusstsein miteinander einheitlich verschmelzen.

Die Punkte beider Netzhäute, mit der Eigenschaft die sie treffenden Impulse miteinander einheitlich zu verschmelzen, nennt man identische oder symmetrische Netzhautstellen, oder -Punkte. Es ist erwiesen, dass sämmtliche jene Punkte einander auf beiden Netzhäuten symmetrisch sind, welche von der Stelle des schärfsten Sehens (der Macula lutea) in gleichen Abständen liegen. In vorstehender Figur liegt a_1 nach rechts, a_2 nach links von *c*, oder der Stelle des schärfsten Sehens; es sind dies somit keine symmetrischen Punkte, wesswegen *A* doppelt gesehen wird, wenn das Auge *B* fixirt hat; ebenso wie *B* (in der Zeichnung II) doppelt bei Fixirung von *A* gesehen wird, da dann b_1 und b_2 keine symmetrischen Netzhautpunkte sind. Die Gesammtheit im Raume jener Punkte, von welchen in beide Augen Sehstrahlen gezogen, identische Netzhautpunkte treffen,

und bei gewissen Augenstellungen (z. B. convergirender Secundär-Stellung) einfach gesehen werden, nennt man Horopter.

Die Stellung der Augen zu einander ist bei den Thieren eine sehr verschiedenartige. Die Augenaxen des Menschen sind parallel, so dass die Ebenen der Augenhöhlenränder beinahe einen Winkel von 180° bilden; ebendasselbe findet sich beim Pavian vor. Die Katze zeigt bereits eine beträchtlich grosse Divergenz der Augenaxen; die Ebenen der Augenhöhlenränder bilden etwa 105° miteinander. Noch mehr ist dies bei Hunden der

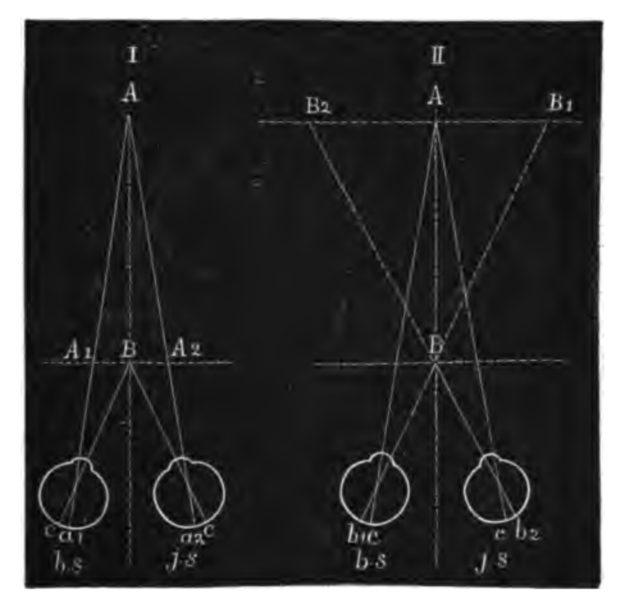


Fig. 149. Zeichnung für das binoculäre Sehen (nach Munk).

Fall, insonders den Bulldoggarten (80—90°). Der Divergenzwinkel der seitlich stehenden Augen vom Jagdhunde ist kleiner. Die Divergenz der Augenaxe wird ferner von Stufe zu Stufe kleiner, so beim Schweine (60—70°), beim Schafe und Rinde (60°), beim Pferde (42°), beim Kaninchen ist der Axendivergenzwinkel beinahe 90° (der Winkel der Augenhöhlenrand-Ebenen 30°) (Munk).

In der Reihe der Thierwelt abwärts findet man totale Seitenstellung der Augen, so dass die Thiere ein und denselben Gegenstand mit beiden Augen zugleich nicht wahrnehmen können. Entsprechend der Verkleinerung des Divergenzwinkels der Augenaxen wird das gemeinsame Sehfeld vom Menschen bis zum Kaninchen herab immer kleiner.

Die Augenaxen der mit seitlich angebrachten Augen versehenen Thiere können sich, auf das fixirte Object gerichtet, nicht schneiden. Die Stelle des schärfsten Sehens fällt bei diesen Augen stets an den äussern Abschnitt der Netzhaut, und zwar umsomehr gegen die Schläfe zu, je grösser die Divergenz derselben ist.

Es ist leicht verständlich, dass bei Fixirung sowohl punkt- oder linienförmiger, als auch flacher Objecte jeder Punkt des Objectbildes auf die entsprechenden identischen Netzhautpunkte in beiden Augen fällt, und dadurch Verschmelzung mehrerer Empfindungen zu einer erfolgen kann. Anders gestalten sich die Verhältnisse, wenn nicht linienförmige oder flache, sondern convexe, körperliche, von mehreren Seiten begrenzte Gegenstände betrachtet werden; wie z. B. die in der Betrachtungsentfernung mit dem Rande entlang der Nase gehaltene rechte Hand. Man sieht dieselbe mit beiden Augen zugleich als Körper, d. h. beide Flächen (die Handfläche und den Rücken), aber auch die Dicke derselben; wird hingegen bei gleicher Stellung des Kopfes das linke Auge geschlossen, so sieht man den Handrücken nicht, ebenso wenig bei Schliessung des rechten Auges die Handfläche. Daraus folgt, dass blos beide Augen zugleich die Dicke der Hand sehen; während der linkseitige Theil des Objectes das linke, der rechtseitige das rechte Auge allein erblickt, oder: die identischen und in den Empfindungen verschmelzenden Punkte der Netzhaut beider Augen sind an der innern grössern Parthie vorhanden, während die am Aussentheile befindlichen nicht symmetrischen, einander auch nicht decken. Dennoch verschmelzen die asymmetrischen Netzhautbilder im Bewusstsein auch zu einem einheitlichen Bilde, und wir erhalten aus diesem Grunde den Eindruck des Körperlichen, und sehen die Objecte nicht flächenartig ausgebreitet. Sind jedoch die Objecte in so weiter Entfernung befindlich, dass bei ihrer Betrachtung beide Augen kein verschiedenes Bild erhalten, so bringen sie in uns blos die Empfindung der flächenartigen Ausdehnung hervor. So erscheinen dem Auge die Sterne und der Mond als flache Scheiben.

Das Gehörorgan.

Structur des Gehörorgans.

Das Gehörorgan der Säugethiere und des Menschen zeigt folgende Anordnung: Die verschieden gestaltete und grosse Ohrmuschel (Fig. 150 *F*) führt in den äusseren Gehörgang (*k h*), dieser in die durch das Trommelfell (*d h*) abgeschlossene Trommelhöhle (*D*), in welcher die Gehörknöchelchen

[Hammer (*Ka*), der mit demselben durch ein Gelenk verbundene Ambos (*ü*) und der Steigbügel (*k*)] sich befinden, von welchen die Fussplatte des Steigbügels mit einer kapselartigen Gelenkmembran geschlossen, in das Foramen ovale (*o*) des Labyrinths eingepasst ist. Die Trommelhöhle steht mit der Mundhöhle durch die Eustach'sche Röhre (*E*) in Verbindung.

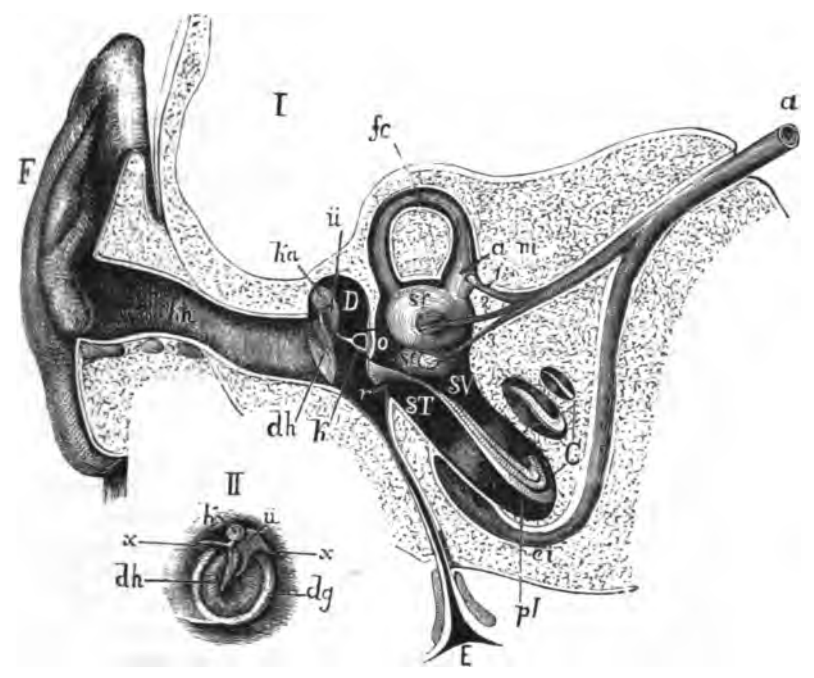


Fig. 150. Structur des Gehörorganes, halb schematisch (nach Czermak). I. *F* = Ohrmuschel; *kh* = äusserer Gehörgang; *dh* = Trommelfell; *D* = Trommel- oder Paukenhöhle: *ka* = Hammer; *ü* = Ambos; *k* = Steigbügel; *o* = Foramen ovale; *r* = Foramen rotundum: *E* = Eustach'sche Trompete; *fc* = halbkreisförmiger, membranöser Kanal; *sr* = Sacculus rotundus; *se* = Sacculus ellipticus; *am* = Ampulle der halbkreisförmigen Kanäle; *C* = Schnecke: *SV* = Scala vestibuli der Schnecke; *ST* = Scala tympani; *pl* = Lamina spiralis; *a* = Nerv. acusticus; *ci* = Nerv. cochlearis: II. Auf den Paukenring ausgespanntes Trommelfell (*dh*) mit dem Hammer (*k*) und dem Ambos (*ü*), *x*—*x* = Richtung der Drehaxe des Hammers und des Ambos.

Das Labyrinth besteht: aus dem Vorhofe (Vestibulum), in welchem die runden (Sacculus hemisphaericus (*sr*)) und elliptischen Bläschen (Utriculus, Sacculus hemiellipticus (*sc*)) in Flüssigkeit (Perilympha) suspendirt sind; ferner aus der Schnecke (*C*) und den drei halbkreisförmigen Kanälen (*fc*). (In der Zeichnung ist blos ein Kanal dargestellt.)

In den knöchernen halbkreisförmigen Kanälen sind ebensolche membranöse, in Perilymphe suspendirt, welche beim

Austritte in den Vorhof mit Ausbuchtungen, den sogenannten Ampullen ausgestattet sind; der Inhalt der Kanäle besteht aus Endolymphe. Die Bläschen im Vorhofe hängen durch den Aquäductus vestibuli mit der harten Hirnhaut zusammen. Nach Weber-Liell mündet der Aquäductus im subduralen Raume. Der Aquäductus cochleae verbindet die Perilymphe der Schnecke mit dem subarachnoidalen Raume. Die Schnecke (*C*) wird durch die knöcherne und sich membranös fortsetzende sogen. Lamina spiralis [Ossea et membranacea (*p l*)] in zwei Gänge abgetheilt, und zwar in die Scala vestibuli (*S V*) und die Scala tympani (*S T*), welch letztere von der Paukenhöhle (*D*) durch ein zweites, über dem sogen. Foramen rotundum (*r*) ausgespanntes Trommelfell abgegrenzt wird. Die Schneckengänge communiciren am Scheitel der Schnecke miteinander durch eine feine Oeffnung (Helikotrema). Der Gehörnerv (N. acusticus, a.), sich in einen Ramus vestibularis und einen R. cochlearis theilend, sendet in die Ampulle jedes membranösen Kanales einen Ampullenast (1), ferner einen zum Sacculus (*sr*, 2) ebenso auch zum Utriculus (*sc*, 3). Der Ramus cochlearis endigt in die Schneckensäule (Modiolus) eintretend, in dem später zu beschreibenden Töne-percipirenden Endorgane.

Vergleichende Angaben.

1. Wirbelthiere. Den einfachsten Aufbau des Labyrinths findet man unter den Fischen bei den Cyclostomen, wo bei den Myxinoiden aus der primären Gehörblase ein Fortsatz entspringt, welcher mit dieser blos auf zwei Punkten in Verbindung bleibt, so dass das Labyrinth ein ringförmiges Gebilde darstellt. Bei den Petromyzon-Arten finden wir bereits zwei solche Kanäle, mit einer ampullenförmigen Ausbuchtung entspringend und am anderen Ende miteinander verschmolzen, diese münden in das aus der Labyrinthblase entstandene Vestibulum. Bei den Gnathostomen kommt bereits ein dritter halbkreisförmiger Kanal vor. Der durch Abschnürung der primären Labyrinthblase entstandene stielförmige Fortsatz schnürt sich bei den Fischen nicht ab, sondern mündet nach der Isolirung des Labyrinthes an der Kopfoberfläche (Raja), oder es erübrigt ein Kanal, welcher von aussen zum knorpeligen Labyrinthe führt (Haie, Chimaera). Bei den Amphibien persistirt dieser Kanal, doch wird er zeitig aussen abgeschlossen. Bei den Vögeln ist derselbe, ebenso wie bei den Säugern blos temporär offen, bei letzteren in den Aquaeductus vestibuli übergehend.

Der Theil des Labyrinthes, aus welchem die Bogengänge entspringen, zerfällt bereits bei den Fischen in mehrere Abschnitte, von denen zwei besonders zu erwähnen sind: und zwar der mit den Bogengängen zusammenhängende Utriculus, der andere mit diesem in Verbindung stehende Sacculus. In beiden finden sich Gehörsteine (Otolithen) vor (besonders grosse kommen bei dem, zu den Teleosteen gehörigen Otolithus vor). Bemerkenswerth ist bei vielen Teleosteen der Zusammenhang des membranösen Vestibulum mit der Schwimmblase. Am einfachsten stellt sich dieser Zusammenhang bei einigen Percoiden oder Sparoiden dar, wo das Vestibulum in durchbrochene und blos mit einer Membran verschlossene Kopfhöhlen führt, an welche sich die Fortsätze der Schwimmblase anlegen. Bei den Cyprinoiden ist das beiderseitige Vestibulum durch einen quer-

gerichteten Kanal verbunden, aus welchem zu je einer Oeffnung des Hinterkopftheiles membranöse Blasen ziehen. Mit diesen ist dann die Schwimmblase durch verschieden geformte Knöchelchen in Verbindung. Eine ähnliche Anordnung findet man bei den Siluroiden und Clupeiden. Das Labyrinth der Amphibien wird durch die Schädelwandungen fest umschlossen; das der Reptilien, Vögel und Säuger liegt bereits im Knochentheile eingefasst. Hier ist das Labyrinth kleiner als bei den Fischen, am ausgedehntesten bei den Amphibien, am geringsten bei den Säugern. Unterschiede finden sich blos in den Vestibulis, dem Utriculus und Sacculus und in den Verbindungen der Bogengänge vor. Charakteristisch für die Vögel ist die Kreuzung des hintern Bogenganges mit dem äussern.

Bei den Fischen ist blos ein Rudiment der Schnecke vorhanden, der Sacculus erscheint in Gestalt einer kleinen nach hinten gerichteten Ausbuchtung. Bei den Amphibien tritt die Sonderung noch mehr zu Tage und ist bei den Reptilien und Vögeln schärfer ausgeprägt, wo diese Ausbuchtung mit der Endigung eines Astes vom Acusticus versehen von der mittleren Labyrinthwand nach abwärts gerichtet erscheint. In der Schnecke der Vögel findet sich bereits die Scala tympani und Scala vestibuli. Die Schnecke besitzt einen, einen ovalen Ring darstellenden Knorpelrahmen, der sich an einem Ende verbreitert und den Grund der sogen. Flasche (Lagena) bildet.

Die Schnecke der Säuger weist die bekannte Form auf, blos diejenige der Monotrematen steht derjenigen der Vögel nahe. Absolut grösste Schnecken besitzen die Wale (Balaena, Physeter), der Elephant, das Monodon monoceros u. s. f. Unter den Carnivoren besitzt der Löwe, unter den Nagern der Hydrochoerus Capybara, unter den Anodonten der mähnige Ameisenfresser, von den Beutelthieren der Halmaturus giganteus die grössten Schnecken. Die absolut kleinste Schnecke kommt dem Maulwurfe (Talpa) zu.

Die Schnecke zeigt am Coctlogenys pacas 5, am Löwen und Tiger 3 1/8, am Stiere 3, am Menschen 2 3/8, am Pferde und Elephanten 2 1/8—2 1/2, bei der Echidna 1/2 und beim Schnabelthiere 1/4 Windungen. Bei den Amphibien treten an der Aussenwand des knöchernen Labyrinthes Oeffnungen auf, die Fenestra ovalis; bei den Reptilien findet sich auch noch die Fenestra rotunda.

Die Paukenhöhle tritt erst bei den Amphibien auf; fehlt unter den Reptilien jedoch noch an den Amphisbaena-Arten. Ebenso findet man das Trommelfell zuerst an den Amphibien, während es bei einigen Reptilien (Chamaeleon) noch fehlen kann. Bei einigen Säugern (Nager, Halbaffen) wächst die Paukenhöhle durch eine Ausbauchung des Os tympanicum zu einer knöchernen Blase (Bulla ossea) aus. Die bei den Amphibien vorkommende Fenestra ovalis ist durch eine Knochenlamelle (Operculum) geschlossen. Wo jedoch ein Trommelfell vorhanden ist, dort verbindet sich diese Lamelle mittelst eines Knochenstäbchens (Columella) unmittelbar mit dem Trommelfelle. Dasselbe findet sich bei den Vögeln. Gehörknöchelchen kommen nur den Säugern zu.

II. Wirbellose. Coelenterata. Bei den Medusen findet man am Rande des Schirmes, die durch eine homogene Kapsel gebildeten Randkörper (Randbläschen), die mit Flimmerhaarzellen ausgekleidet sind, und ein oder mehrere concentrisch geschichtete Concretionen oder Kristalle enthalten. Diese Gebilde stehen mit Nerven in Verbindung.

Bei den Würmern und Weichthieren ist eine gleiche Blase vorhanden mit einem gesonderten Nerven oder unmittelbar am Nervencentrum (dem unteren Pharyngealganglion [Fig. 151, 1,2]) aufsitzend. Bei den Cephalopoden ist dieses birnförmige Gehörbläschen in die, am hintern Abschnitt des Kopfknorpels belegene knorpelige Höhle eingebettet, erfüllt jedoch diese nicht ganz; der dadurch entstehende Hohlraum ist mit Perilymphe erfüllt.

Das Gehörorgan der Crustaceen, am Basalgliede der inneren Fühler befindlich, besteht aus einer nach aussen geöffneten Blase, ohne Otholithen; letztere werden durch von Aussen eingebrachte Sandkörnchen ersetzt. Ebenso ist das Hörorgan der höheren Crustaceen, der Decapoden gebildet.

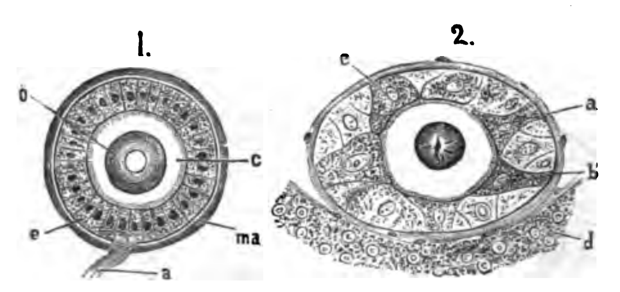


Fig. 151. 1. Gehörorgan von Unio (nach Leydig). *a* = N. acusticus; *ma* = Gehörbläschen; *e* = Flimmerepithel; *c* = mit Flüssigkeit erfüllter Hohlraum; *o* = Otolith. 2. Gehörorgan von Cyclas cornea (nach Leydig). *a* = Bindegewebshülle; *b* = deren scharfbegrenzte Tunica propria; *c* = Flimmerzellen; *d* = Rand des Ganglion, auf welchem das Gehörorgan aufsitzt (Zeichnung von Flesch).

Bei den luftathmenden Arthropoden konnte bisher ein Hörorgan nur bei sehr wenigen constatirt werden, hauptsächlich an den Acridien, Locustinen und Achetiden; wahrscheinlich ist es, dass die Dipteren und Käfer auch Hörapparate besitzen.

Bei den Locustinen ist das Hörorgan an der Tibia des Vorfusses, bei den Acridien am Metathorax zu beiden Seiten über der Basis des 3. Fusspaares angebracht. Bei ersteren besteht der schallpercipirende Apparat aus stäbchenförmigen Gebilden, welche auf dem, aus dem ersten Brustganglion entspringenden und zu einem Ganglion verdickten Hörnerven aufsitzen, quer übereinander in einer Reihe stehen und gesondert von je einem Wasserbläschen umgeben werden. Dieser Apparat liegt in einem blasenförmig ausgeweiteten Trachealstamme und wird aussen an der entgegengesetzten Seite durch ein Trommelfell, welches an der Basis der Tibiaspalte liegt, geschlossen. Der Hörnerv mit dem Endapparate liegt somit zwischen Trommelfell und Trachealblase. Aehnlich ist die Structur des Hörorganes der Achetiden und Acridien. Bei den Arachniden und Myriapoden sind bisher keine Hörorgane gefunden.

Histologische Structur des Gehörorgans.

Den schallempfindenden Theil des Gehörorgans stellen die im Labyrinthe untergebrachten und mit dem Hörnerven zusammenhängenden Nervenendapparate dar. Wir beginnen die Darlegung der histologischen Structur dieser Theile mit der Schnecke.

Die Schnecke besitzt beim Menschen 2½ Windungen (für die Thiere s. die vergleichenden Angaben); der Vorhofgang derselben (Fig. 152 und 153 *S V*) wird durch die Reissner'sche Membran (*Rh*) in zwei kleinere Gänge abgetheilt, und zwar in einen obern, über der Reissner'schen Membran; und einen untern, zwischen der Reissner'schen- und der Basalmembran (Fig. 152 *a*, und Fig. 153 *a h*) befindlichen Gang. Letzterer

wird Ductus seu canalis cochlearis (*dc*) genannt. In diesem ist der, reine Töne auffassende Nervenenddapparat untergebracht, welcher in Fig. 152 in diesen Gängen im Kleinen eingezeichnet dargestellt ist.

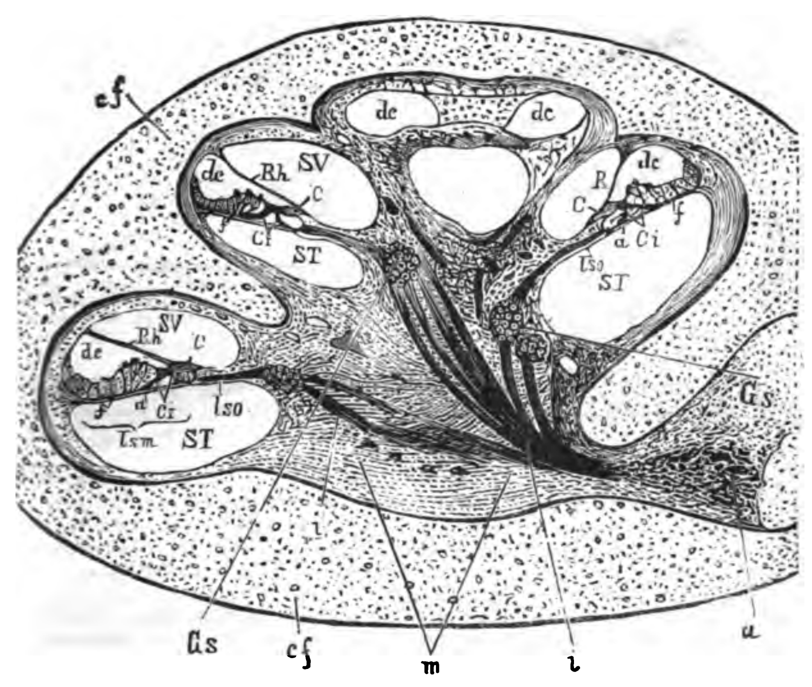


Fig. 152. Querschnitt der Schnecke (nach Waldeyer) mit eingezeichnetem Gehörapparate. *cf* = Schneckenwand; *Gs* = Ganglion spirale; *SV* = Scala vestibuli; *ST* = Scala tympani; *R* u. *Rh* = Reissner'sche Membran; *C* = Corti'sche Membran; *Ci* = Corti'sche Bögen; *a* = Membrana basilaris; *f* = Zona pectinata; *dc* = Ductus cochlearis; *lsm* = Lamina spiralis membranacea; *lso* = Lamina spiralis ossea; *i* = Nerv; *a* = Querschnitt der Fasern vom Acusticus; *m* = Substanz des Modiolus.

Fig. 153 zeigt das bedeutend vergrösserte Bild eines solchen Schneckenganges.

Man sieht am gezähnten Rande (*fa*) der Crista spiralis (*Csp*) des Sulcus spiralis internus (*ssi*) eine mächtige, faserige, sogen. Corti'sche Membran (*Dh*) entspringen; welche, gleich dem Nervenendigungsapparate den Namen ihrem Entdecker Corti verdankt.

Deren stärkere mittlere Theil derselben ist elastisch und legt sich an die Dachbalken ähnlich zusammengefügten Säulen (Corti'sche Säulen, -Fasern) an (Fig. 152 *Ci*, Fig. 153 *Co*). Diese Säulen besitzen oben einen breitern Kopf, und sind miteinander durch Gelenke verbunden; ihr Körper erscheint ver-

jüngt, die sich verbreiternde Fussplatte liegt an der Membrana basilaris (*a* und *ah*) auf, während sich am innern Rande der Fussplatte ein kernartiges, mit granulirtem Protoplasma umhülltes Zellgebilde vorfindet.

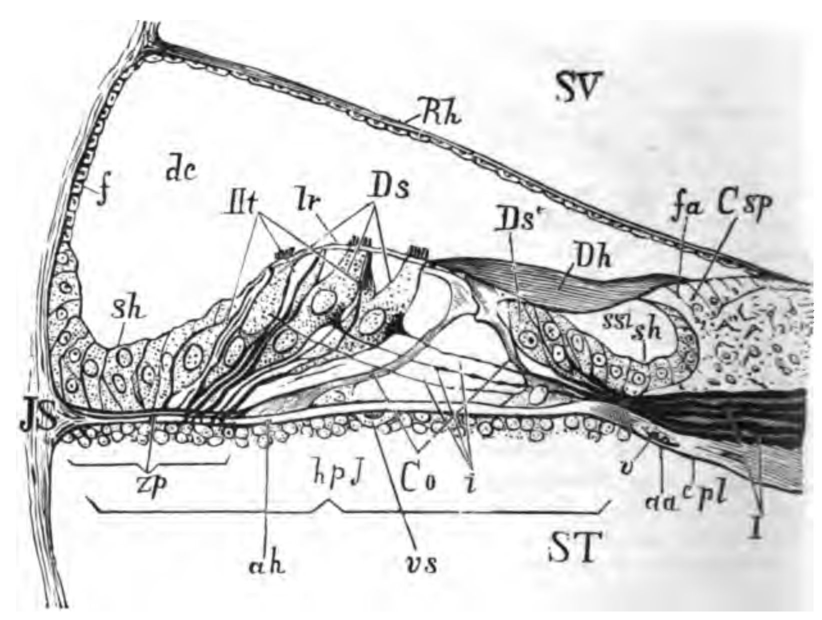


Fig. 153. Darstellung der histologischen Structur des Hörorgans, halbschematisch. *SV* = Scala vestibuli; *ST* = Scala tympani; *Rh* = Reissner'sche Membran; *dc* = Ductus s. canalis cochlearis; *Csp* = Crista spiralis; *fa* = deren Zähne; *Dh* = Corti'sche Membran; *Ds*–*Ds'* = Corti'sche Zellen; *lr* = Membrana reticularis; *Ht* = Stützfortsätze; *Co* = Corti'sche Säulen; *ah* = Membrana basilaris; *zp* = Zona pectinata; *vs* = Venenquerschnitt; *I* = Nervenfasern; *aa* = unterer Rand der Lamina spiralis; *f* = Epithel des Ductus cochlearis; *cpl* = Lamina spiralis ossea; *hp J* = Lamina spiralis membranacea; *sh* = Zellconglomerat; *ssi* = Sulcus spiralis internus; *JS* = Ligamentum spirale. Es möge bemerkt werden, dass die Corti'sche Membran (*Dh*) einen längeren Verlauf besitzt und drei hintereinander folgende Corti'sche Zellen (*Ds*) decken sollte, was der Vereinfachung der Zeichnung halber weggelassen wurde.

An dem, gegen den Sulcus spiralis (*ssi*) gekehrten innern Rande der, durch die Corti'schen Säulen gebildeten, sogen. Corti'schen Bögen, ferner über dem äussern Rande finden sich zellige Gebilde vor.

Zwischen diesen nehmen als Schallempfänger nach jeder einzelnen innern Säule je ein, nach jeder äussern hingegen je drei längliche, mit grossem granulirtem Kerne versehene, am obern Ende mit Flimmerhaaren besetzte, am untern in einem langen Fortsatz auslaufende Zellen, die sogen. Corti'schen oder Haarzellen (Fig. 153 *Ds*, *Ds'*) reihenweise Platz. Die aus dem Ramus cochlearis des N. acusticus in den Modiolus eingetretenen Nervenfasern (Fig. 153 *I*) stehen mit diesen in Ver-

bindung. Das übrige Zellconglomerat scheint nur zur Stütze und Füllung der feinen Nervenendigung, übrigens auch einer bisher nicht aufgeklärten Bestimmung zu dienen. Die Zellen werden oben von einer feinen netzförmigen Membran (*lr*) (Membrana reticularis) bedeckt, in deren Maschenräume die Haare der Haarzellen hineinragen. Der von den äusseren Corti'schen Säulen bis zum Ligamentum spirale (*JS*) reichende Theil der Membrana basilaris (*ah*) besitzt, nach älteren Forschern, feinfaserige, saitenartige Structur. Aus den Untersuchungen von Böttcher und Klug erhellt übrigens, dass dieser Abschnitt nicht eigentlich zur Membrana basilaris, sondern zu dem darüberliegenden Saitenapparate angehört, welcher mit der Fussplatte der äusseren Corti'schen Fasern in organischem Zusammenhange steht, wovon man sich an, mit den Saiten zusammen isolirten Säulen leicht überzeugen kann. Dieser Abschnitt ist unter dem Namen des gezähnten Gürtels (Zona pectinata, *zp*) bekannt.

Die Wandungen der Bläschen des Vestibulums und der membranösen halbkreisförmigen Kanäle bestehen aus einer äussern gefässführenden bindegewebigen, darauf einer glashellen, und einer innern einfachen aus Plattenepithel hergestellten Schichte. Der Nerv endigt in einer Anschwellung, der sogen. Crista acustica der Ampullen. An dieser Stelle ändert sich die Gestalt der Epithelzellen; man findet zwischen den einzelnen Cylinderzellen längliche granulirte, in eine — mit langem borstenförmigen Fortsatze (Schultze'sche Hörborste) versehene — Spitze auslaufende Zellen, deren unteres Ende mit dem Nerven verbunden ist. Die borstenförmigen Fortsätze sind — nach Retzius — aus feinsten Fäserchen zusammengesetzt; über den Borsten befindet sich eine äusserst feine Membran [Membrana tectoria (Lang)]. Die Nervenendigungen an der Macula acustica des Bläschens zeigen dieselbe Structur. In der Bläschenflüssigkeit befinden sich die Gehörsteine (Otolithen) (Kristalle aus kohlensaurem Kalk), und bei niedrig organisirten Thieren runde Kalkconcretionen.

Physiologie des Gehörs.

Der Schall ist — wie aus der Physik bekannt — eine Bewegung der kleinsten Theile des tönenden Körpers, deren Schwingungen durch das Medium, in welchem wir uns befinden, bis zum Ohre dringend, eine Empfindung wachrufen, welche als Schallempfindung bezeichnet wird.

Die Schallwellen treffen zuvörderst die Ohrmuschel. Der Mensch kann — wie die Erfahrung und Versuche lehren — der Ohrmuschel entbehren; eine grössere Rolle spielt diese bei jenen

Thieren, welche eine grössere und sehr bewegliche Ohrmuschel besitzen, wie z. B. das Pferd. Die Aufgabe der Ohrmuschel beruht wahrscheinlich in dem Auffangen von je mehr Schallwellen und Zuleitung dieser in den Gehörgang; was übrigens von Einigen in Abrede gestellt wird. Die Ohrmuschel der Thiere ist trichterförmig gebaut und durch diese Gestalt für ihre Function geeigneter als die des Menschen. Ferner auch ist deren Aufgabe, zur Orientirung über die Richtung der Schallquelle zu dienen, noch nicht ausgemacht; obschon Einiges für eine solche Annahme spricht, da der Schall am stärksten vernommen wird, wenn der Gehörgang mit der Richtung der Schallwellen in einer geraden Linie steht. Aus diesem Grunde spitzt z. B. das Pferd die Ohren nach der Richtung der Schallquelle. Endlich kann die Ohrmuschel auch als Schutzorgan für die inneren Theile des Gehörapparates angesehen werden. Im äussern Gehörgange werden die Schallwellen wie in einem Sprachrohre durch verschiedene Reflectirung verstärkt, worauf das den Gehörgang abschliessende und schräge gespannte Trommelfell (Fig. 150 *dh*) durch die Schallwellen in Schwingungen versetzt wird. In diesem Falle führt nun der mit letzterm in Verbindung stehende Hammer (*ka*) und der damit durch ein Gelenk verbundene Ambos (*ü*) Bewegungen nach innen und aussen aus, wodurch der an den Ambos mit seinem Fortsatze geheftete Steigbügel (*k*) entweder in das Foramen ovale (*o*) gedrückt, oder aber zurückgezogen wird, wodurch das Labyrinthwasser erschüttert, zu Wellen ansteigt. Diese Erschütterung versetzt nunmehr die Membrana basilaris, ferner durch Druck auf die Corti'sche Membran auch die Corti'schen Säulen (Fig. 153 *Co*), die vor und hinter denselben befindlichen Zellelemente, schliesslich die Saiten der Zona pectinata (*zp*) in Oscillation, durch welche Einflüsse in den mit den Nervenendapparaten zusammenhängenden Nerven gewisse Veränderungen hervorgerufen werden, welche zu den Organen des Bewusstseins geführt, sich als Gehörempfindung darstellen.

In der Schnecke wird angeblich sowohl die Höhe und Tiefe als auch der musikalische Charakter der Schallwellen, in den Bläschen und den halbkreisförmigen Kanälen hingegen werden die Geräusche percipirt. Zum Hören eines charakteristischen Tones sind bei der Schallbildung zumindest 16—20 Schwingungen hintereinander nothwendig. Bei rascher Aufeinanderfolge der Töne werden dieselben blos dann gesondert gehört, wenn sie in Intervallen von mindest 0·1 Secunde erklingen; im Uebrigen erscheinen sie miteinander verschmolzen.

Der Geschmacksinn.

Der Geschmack ist mit Sicherheit an der Zunge, den Seitenrändern des weichen Gaumens und an den Arcus glossopalatini (Gaumensegeln) nachgewiesen; für die Zungenmitte wird er jedoch in Abrede gestellt; von Einigen für den harten Gaumen, und den Eingang des Larynx um die Epiglottis herum, ebenfalls angenommen. So viel ist sicher, dass an den genannten Orten mikroskopische Organe vorhanden sind, welche als Schmeckorgane erkannt sind. Solche fand man in den umwallten, den schwammförmigen, doch auch in den blätterigen Papillen (Papillae foliatae), wie nicht minder am weichen Gaumen, und der untern Fläche des Kehldeckels, endlich an der innern Fläche des Giessbeckenknorpels.

Structur des Geschmacksorgans.

Als Geschmacksorgane fungiren die gleichzeitig — doch voneinander unabhängig — durch Lovén und Schwalbe entdeckten Schmeckbecher (Geschmacksknospen, -zwiebeln).

Dieselben sind in Fig. 154 (*ik*) an den Geschmacksleisten des Kaninchens bei geringer, die Geschmacksbecher selbst in Fig. 155 bei starker Vergrösserung versinnlicht. Die Geschmacks-

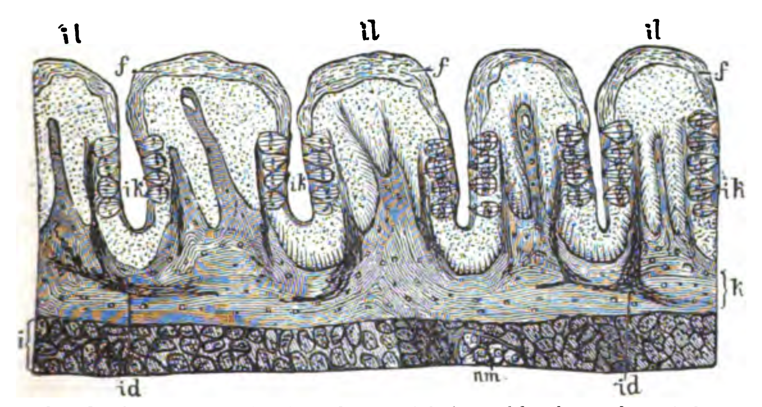


Fig. 154. Geschmacksleisten des Kaninchens, mit Schmeckbechern, bei 80facher Vergr. *il* = Geschmacksleisten; *f* = Epithel derselben; *ik* = Geschmacksbecher; *k* = Bindegewebe; *id* = Nervenfasern; *i* = Muskelschichte der Zunge; *nm* = Schleimdrüse.

becher werden nach aussen von Melonenscheiben-ähnlichen Epithelzellen umgrenzt (Deckzellen, Fig. 155 *A*, *a*), im Inneren derselben finden sich spindelförmige, sogen. Schmeckzellen (*B*), deren freie Enden in borstenförmige Fortsätze auslaufen. Jede

Geschmackszelle sendet am untern Ende einen Fortsatz aus, welcher mit dem Nerven zusammenhängt. Sobald irgend ein Geschmack erzeugender Stoff in die Mundhöhle geräth, erfolgt dessen Lösung im Speichel, worauf derselbe, an die Schmeckbecher gelangend, die Schmeckzellen reizt und die Empfindung des Geschmackes an die Organe des Bewusstseins leitet.

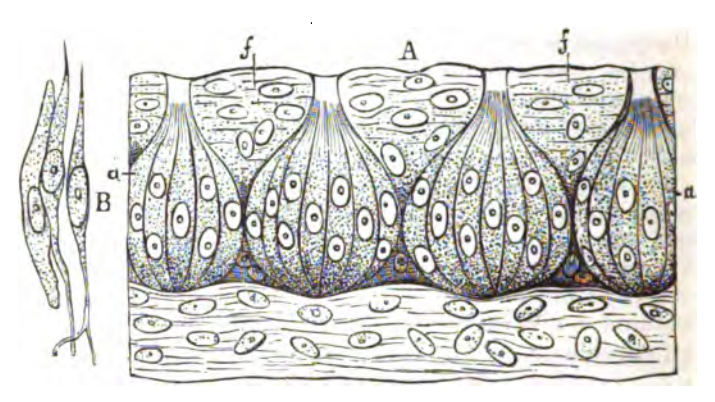


Fig. 155. Geschmacksbecher aus den Geschmacksleisten des Kaninchens, schematisch nach Engelmann, bei starker Vergrösserung. A = Schmeckbecher in gewöhnlicher Anordnung mit den Deckzellen; f = dazwischen befindliches Epithel; B = innere Geschmackszellen.

Die Zahl der Schmeckbecher nach Schwalbe beträgt an einer umwallten Papille beim Schafe 480, beim Rinde 1760, beim Schweine 4760. Die sämmtlichen derartigen Papillen des Schafes haben etwa 9600, diejenigen des Rindes 35,200, des Schweines 9520 Schmeckbecher.

Beim Feldhasen und dem Kaninchen (Engelmann und Wyss), nach Schwalbe auch beim Schweine, finden sich zu beiden Seiten der Zunge die sogen. Geschmacksleisten, welche eigentlich blos blätterige Papillen sind. An diesen (ungefähr 10—14 Furchen und zwischen diesen angebrachte Leisten) und zwar in den Wänden der Leisten sind die Schmeckbecher in Epithel eingebettet und hängen mit dem Nerven zusammen. Beim Kaninchen finden sich an jeder Leiste etwa 620, somit an dem ganzen leistenförmigen Geschmacksorgane etwa 14,880 Schmeckbecher.

Vergleichende Angaben.

Da das Geschmacksorgan, im Vergleiche mit den übrigen Sinnesorganen, keine ausgeprägten charakteristischen Formationen aufweist, auch der Glossopharyngeus nicht ausschliesslich Geschmacksnerv ist, so kann von dem Vorhandensein eines Geschmacksorganes in anatomischer Hinsicht und in der stufenweisen Entwickelung desselben bei Thieren wenig Bestimmtes ausgesagt werden. Nicht allein die Zunge, sondern auch die Mundschleimhaut besitzt Geschmacksfähigkeit; es kann somit aus dem Mangel einer Zunge nicht auf den Mangel der Geschmacksfähigkeit geschlossen werden. So besitzen viele Fische und Frösche (Pipa), obschon ohne eine Zunge, dennoch — wenn auch schon geringes — Geschmacksvermögen. Thieren, welche ihre Nahrung kauen, kommt jedenfalls ein bedeutenderes Geschmacksvermögen der Zunge zu, also: den Carni-, Herbi- und Insectivoren. Bei einigen Vögeln (Papageien, Raubvögeln) und wenigen Amphibien (Landschild-

kröten) ist die Zunge weich und mit Papillen besetzt. Ein ähnliches Vermögen ist bis nun für die übrigen Wirbelthiere nicht ermittelt, wie auch bei den Wirbellosen nicht constatirbar; einige sind unzweifelhaft in ihrer Nahrung wählerisch. Wo ein Geschmacksorgan vorhanden, ist ein solches am Eingange des Nahrungskanales zu suchen.

Physiologie des Geschmackes.

Durch das Geschmacksorgan wählen sowohl der Mensch als auch die Thiere die Nahrung, man könnte sagen: sie bestimmen zugleich die chemische Wirkung, und führen die ihnen zweckdienlichen und wohlschmeckenden Substanzen bei Anwendung dieser Sinnesorgane in den Körper; während sie sich — ebenfalls vermittelst des Geschmackes — viele schädigende Stoffe fernhalten. Da schliesslich wohlschmeckende Nahrungsmittel durch Mitwirkung der Centralorgane eine angenehme, sich auf das Allgemeinbefinden erstreckende Empfindung wachrufen, zudem die Schleimhäute durch die Geschmacksstoffe gereizt, und die Secretion der Verdauungssäfte (z. B. Speichel) angeregt wird; so wird in diesem Sinne auch die Verdauung durch den Geschmackssinn befördert, woraus die Wichtigkeit des Einflusses der Geschmacksorgane leicht erklärlich wird.

Nach den interessanten Untersuchungen von Vintschgau und Hönigschmied werden die Nerven des Geschmacksorganes vom N. glossopharyngeus abgegeben. Wird — nach den Ausführungen genannter Forscher — am Halse des Kaninchens auf einer Seite ein Stück dieses Nerven exstirpirt (welche Operation nicht leicht zu vollziehen ist), und das Thier 4—5 Monate danach getödtet und die umwallten Papillen der Zunge an der operirten Seite (das Thier besitzt nur eine solche auf jeder Seite) in 1 % Ueberosmiumsäure eingelegt, und hierauf an Schnitten untersucht, zugleich mit ebensolchen aus der Papille der gesunden Seite verglichen; so ergibt sich: dass die Schmeckbecher der umwallten Papille der operirten Seite gänzlich geschwunden sind, an deren Stelle hingegen Bindegewebe und Epithel tritt. Das Organ degenerirte in derselben Weise, wie jedes andere, nach betreffender Nervendurchtrennung. Durch dieses Experiment wurde der bisher blos angenommene, histologisch jedoch nicht constatirte Zusammenhang zwischen Schmeckbechern und Nerven auf physiologischer Grundlage glänzend erbracht*). Neuester Zeit ist der Nervenzusammenhang durch Ranvier mittelst der Goldimprägnationsmethode constatirt.

*) Ein nach Vintschgau's Angaben in unserm Institute durch Herrn Dr. Benczur am Glossopharyngeus operirtes Kaninchen, welches zwei Wochen nach der Operation starb, zeigte die Schmeckbecher der Papilla circumvallata an der operirten Seite geschrumpft, und im Vergleiche zu denen der gesunden Seite stark verändert.

Man unterscheidet im Allgemeinen 5—6 Arten des Geschmackes, eigentlich der Geschmacksstoffe: süss, bitter, sauer, laugig, salzig und herb. Säuren und deren Lösungen pflegt man als sauere, die Alkalien (Laugen) als laugig, seifig zu bezeichnen, viele Verbindungen haben den Geschmack von Kochsalz, also salzig; andere Salze schmecken bitter (schwefelsaures Magnesium); andere süsslich, wie z. B. neutrales essigsaures Blei (Bleizucker); bitter schmecken ferner die Alkaloide, die aromatischen Kräuter und Wurzeln, auch das Ohrenschmalz. Süss schmecken: Glycerin und die Zuckerarten; herbe: das Tannin und die tanninhältigen Substanzen. Es kann als Gesetz ausgesprochen werden, dass blos jene Substanzen das Geschmacksorgan beeinflussen — anders die Geschmacksempfindung entwickeln — die im gelösten Zustande an die Zunge gebracht werden, oder zu mindest im Mundsafte löslich sind, da sie nur so in die mit capillarröhrenförmigen Mündungen versehenen Schmeckbecher und auf die daraus hervorragenden Stäbchen und borstenförmigen Fortsätze der Schmeckzellen einwirken können. Unlösliche oder Colloidsubstanzen, z. B. Eiweiss, Amylum, Gummi u. s. w., vorausgesetzt, dass sie mit anderen löslichen und geschmackerregenden Substanzen (Salz, Zucker u. s. w.) ungemengt erscheinen, sind ohne Geschmack. Die Intensität der Geschmacksempfindung hängt ab: 1. von der Grösse der, durch die Geschmack erzeugende Substanz getroffenen Stelle; 2. von der Dichtigkeit des Geschmacksstoffes; 3. von der Zeit, welche zwischen Einwirkung und der Perception der Geschmack erregenden Substanz verstreicht. Am raschesten empfindet man das Salzige (nach Messungen von Vintschgau in 0·17 Secunde), später das Süsse, noch später das Sauere und zuletzt das Bittere (Chinin nach 0·258 Sec., Vintschgau). Hingegen dauert der Geschmack der Spätempfundenen wie auch deren Verbindungen am längsten fort. 4. Die Feinheit des Geschmackes ist angeboren, kann jedoch durch Uebung vervollkommnet werden. 5. Der Geschmack wird durch den Geruch unterstützt, doch stört einer zuweilen den andern. So soll angeblich Vanille, Asa foetida, Knoblauch blos riechen, das Chloroform jedoch schmecken, während man geneigt ist, das Umgekehrte anzunehmen. 6. Die vortheilhafteste Temperatur zum Schmecken ist 10°—35° C. (Camerer); Eis und heisses Wasser sistiren die Function der Geschmacksorgane für einige Zeit.

Die Geschmacksempfindung ist sehr fein ausgeprägt, so wird z. B. eine äusserst diluirte Schwefelsäurelösung (1 : 2000) noch sauer empfunden, nach Camerer ist $^1/_{1500}$ Grm. Kochsalz und $^1/_{34000}$ Grm. Chinin noch auszunehmen. Thiere haben eine Vorliebe für süsse und salzige Stoffe, während sie bittere und saure Substanzen verschmähen.

Es bleibt nunmehr noch die Frage übrig, woher es komme, dass, bei der Einförmigkeit des Geschmacksorganes, mit demselben Apparate einmal Saueres, dann Süsses, ein andermal Bitteres u. s. f. empfunden wird. Hiezu liegt eine Erklärung von Vintschgau vor, nach dessen Annahme für die Perception der verschiedenen Geschmacksempfindungen je gesonderte Nervenfasern dienen. Auf diese Art wird es erklärlich, wenn z. B. Vintschgau an der Zungenspitze sowohl Sauer als Süss zugleich deutlich empfinden, hingegen Bitter und Salzig nicht mehr unterscheiden konnte. Es deutet dies auch darauf hin, dass einzelne Nervenfaserarten in der Zunge nicht überall gleichmässig vertheilt vorkommen.

Werden zwei verschiedene Metallstücke an den Zungenrücken und Zungengrund gebracht (nach Sulzer ein Silber- und ein Kupferstück, 1752), so kommt ein specieller, der sogen. metallische Geschmack zu Stande. Volta fasste dies als Wirkung des galvanischen Stromes auf. Wird ein constanter Strom an die Zunge applicirt, so entsteht an der Anode (positiver Pol) ein saurer, an der Kathode (negativer Pol) ein alkalischer oder bitter-herber Geschmack. Diese Wirkung kommt wahrscheinlich nicht von der Geschmackssubstanz der elektrolytischen Producte, sondern mehr dadurch zu Stande, dass die Geschmacksnerven durch den Strom gereizt werden.

Der Geruchssinn.

Structur des Riechorgans.

Das Riechorgan sitzt in der Nasenhöhle und zwar an der Regio olfactoria (Riechgegend). Man pflegt die Schleimhaut der Nasenhöhle in einen Respirations- und in einen Riechtheil abzusondern, von welchen ersterer sich am untern äussern, letzterer am innern und obern Abschnitte der Nasenhöhle erstreckt. Beide können durch ihre Farbe unterschieden werden; die Respirationsschleimhaut ist nämlich rosenroth, die Riechschleimhaut wegen des darin aufgehäuften Pigmentes gelblich.

Genau umgrenzt findet sich die Riechschleimhaut (eigentlich die Regio olfactoria) an dem obern Theile der Nasenscheidewand, ferner an der obern und einem Abschnitte der mittlern Nasenmuschel; der übrige Theil der Nasenhöhle dient blos zur Athmung. Fasst man die Unterschiede zwischen Riech- und Respirationsschleimhaut zusammen, so ist: a) die Riechmembran dicker, b) mit einschichtigem Epithel bedeckt, dessen cylindrische Zellen an ihrem untern Ende zumeist in zwei oder mehrere wurzelartige Fortsätze auslaufen, und in dem confluirenden Zellleibe — besonders bei Thieren — viel Pigment enthalten (daher die gelbe

Färbung); während die rosenrothe Respirationsschleimhaut mit Flimmerepithel bekleidet ist. Nach Exner u. A. sind die Cylinderzellen der Riechschleimhaut auch mit Flimmerhaaren besetzt. Die Riechschleimhaut enthält ferner c) unten mit kolbigen Enden versehene und oben feinröhrenförmig auslaufende, gleichfalls pigmentirte sogen. Bowman'sche Drüsen, während in der Respirationsschleimhaut zahlreiche acinöse Drüsen vorkommen; schliesslich d) erstrecken sich die feinen Aestchen der in der Regio olfactoria befindlichen Nervenfasern bis zu den Riechzellen, worin sie wahrscheinlich endigen.

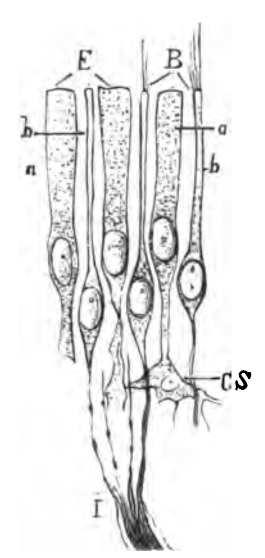


Fig. 156. Endapparate des Geruchsorganes. E = Cylinderzellen; B = Riechstäbchen; a = Körper der Cylinderzelle; cs = damit verbundene sternförmige Zelle; b = Körper der Riechzelle; i = N. olfactorius.

Der Endapparat der Regio olfactoria wird durch ein Epithel hergestellt (Fig. 156), an welchem man zweierlei Zellen zu unterscheiden vermag. Die einen (E) sind breitere, mit fein granulirtem Protoplasma versehene Cylinderzellen, deren untere Enden — wie oben erwähnt — in wurzelförmige Fortsätze auslaufen und welche in den zellförmigen granulirten Knotenpunkten Pigmentkörnchen enthalten. An vielen isolirten Epithelzellen kann man jedoch, wie Exner constatirte, ihre Verbindung mit echten, kernhaltigen, sternförmigen Zellen (cs) nachweisen, und an mit Ueberosmiumsäure gefärbten zusammenhängenden Epithelien sich auch die Ueberzeugung verschaffen, dass die Fortsätze der sternförmigen zarten Gebilde miteinander verbunden sind: ferner haben unsere eigenen Untersuchungen deutlich ergeben (was Exner durch auf mikrophotographischem Wege dargestellte Abbildungen zu erhärten bemüht ist), dass diese sogen. subbasalen Zellen mit den einzelnen Fasern des Olfactorius in Verbindung treten.

Die Verbindung mit dem Nerven der zweiten Art von Zellen in der Regio olfactoria (der am oberen Ende in einen feinen Fortsatz auslaufenden, beim Frosche mit feinen Haaren besetzten sogen. Riechstäbchen) (B) mit ihren am untern Ende befindlichen, mit Knötchen versehenen Fortsätzen konnte bisher nicht gesehen werden (M. Schultze). Wird jedoch in Betracht gezogen, dass C. Balogh an dem (dem Riechorgan ähnlichen, später abzuhandelnden) sogen. Jacobson'schen Organe die Stäbchen mit den Nerven im Zusammenhange traf, so kann ein solcher auch für das Riechorgan (wie es nach M. Schultze nunmehr all-

gemein angenommen wird) nicht weiter geleugnet werden. Brunn fand unter dem Epithel der Regio olfactoria noch eine homogene durchlöcherte Grenzmembran, aus welcher die Riechzellen durchtreten. Interessant ist die Beobachtung von C. K. Hoffmann und Exner, dass beim Frosche die specifischen Endapparate nach Durchtrennung des Olfactorius zu flimmerhaarlosen Cylinderzellen umgewandelt werden.

Structur des sogenannten Jacobson'schen Organs der Thiere.

Nachstehende kurzgefasste Darstellung des sogen. Jacobson-schen Organs der Thiere entnehmen wir der, nach vielen diesbezüglichen Untersuchungen an Thieren, in den Sitzungsberichten der k. k. Academie der Wissenschaften zu Wien erschienenen Abhandlung des Herrn Prof. Dr. Coloman Balogh; unserer Ausführung die Beschreibung dieses Organes beim Schafe zu Grunde legend.

Die Entwickelung des Jacobson'schen Organes ist bei den Säugethieren eine sehr verschiedene; so kommt es beim Affen sehr wenig, bei Carnivoren besser, bei Pflanzenfressern am deutlichsten entwickelt vor. Das Organ selbst liegt in einem an der untern Seite des knöchernen Nasenseptums und zwar vorne im Gaumenfortsatze des Os intermaxillare, nach hinten im eingeschnittenen Sulcus des Pflugschaarbeines, und wird durch eine knorpelige Kapsel und eine diese umhüllende Schleimhaut gebildet. Der Knorpel ist hyalin und gelbgefärbt, gegen die Schleimhaut zu erscheint derselbe unter dem Mikroskope rothgelblich pigmentirt, an den übrigen Stellen jedoch ungefärbt; die Dicke desselben beträgt 0·13—0·80 Mm. Der Hohlraum dieses Gebildes mündet mit einem feinen Ausführungsgange durch einen kleinen Sulcus des harten Gaumens einerseits in die Mundhöhle, andererseits in die Nasenhöhle. Die Schleimhaut besteht aus bindegewebigen und elastischen Elementen; letztere bilden in der mittlern Lamelle der Mucosa ein weitmaschiges Netzwerk und vereinigen sich zu dichten Bündeln gegen den Knorpel und das Epithel zu. Ausserdem sind hierin einzelne acinöse Schleimdrüsen eingebettet.

Das Epithel besteht, von der Mundöffnung angefangen, bis zum hintern Drittheile des sogen. Stenson'schen Ductus, aus sechseckigen, granulirten, mit glänzenden Kernen versehenen Zellen; im Jacobson'schen Organe selbst sind diese kleiner und cubisch geformt. An der Mündung des Organes geht das Plattenepithel des Ductus Stensoni in das Flimmerepithel des Jacobson-schen Organes über. Das Innere des Organes ist von einer dicken, schleimigen Substanz erfüllt, in welcher viele Fetttröpfchen und fettig-degenerirte Zellen vorfindlich sind.

Die Blutgefässe dieses Organes stammen theils aus der Arteria ethmoidalis, theils aus der Arteria sphenopalatina.

Die Nerven werden durch blasse, mit doppeltcontourirten (markhaltigen) untermengte Nervenfasern gebildet. In der Drüsenschichte sind ferner Olfactoriusfasern vorhanden, welche aus den sogen. Jacobson'schen Knötchen entspringen und als Jacobson'sche Riechnerven bezeichnet werden.

Der Nervus sphenopalatinus theilt sich nach seinem Austritte durch das Foramen sphenopalatinum in der Nasenhöhle in zwei Aeste, deren einer (der Ramus Scarpae) unter dem Jacobson'schen Organe nach vorne hinzieht und an der vorderen Regio olfactoria sich verzweigend ein kleines Aestchen für das Jacobson'sche Organ abgibt, welches

in das Innere desselben durch eine kleine Oeffnung eintritt. Balogh bezeichnet diesen als untern Jacobson'schen Trigeminus-Ast. Der zweite Ast des oben angeführten Nerven theilt sich abermals in zwei Zweige, deren einer (der obere Jacobson'sche Trigeminus-Ast Balogh's) mit dem Jacobson'schen Olfactorius-Aste gleichfalls in das benannte Organ eintritt. In einzelnen Fällen gibt dieser Ast im Organe selbst noch ein kleineres Zweiglein ab, und verlässt dasselbe wieder.

Eine Communication der Jacobson'schen Olfactorius-Aeste mit dem obern Jacobson'schen Trigeminus-Aste ist von Balogh zuweilen ebenfalls constatirt worden. Das Jacobson'sche Knötchen hängt durch feine, einfach contourirte Nervenfasern mit dem Tractus olfactorius zusammen und besteht ebenfalls aus einfach contourirten Fasern, besitzt aber ausserdem sowohl apolare, als bipolare Ganglienzellen. Einzelne der letzteren hängen durch ihre Fortsätze miteinander zusammen. Der Nervus olfactorius Jacobsoni besteht aus kernhaltigen, blassen Nervenfasern, zwischen welchen einzelne doppeltcontourirte markhaltige Nerven verlaufen.

Das Epithel des Jacobson'schen Organs wird von Flimmerzellen (deren Fortsätze Balogh bei Behandlung mit Schleimsubstanz dieses Organs in Bewegung sah) gebildet, zwischen welchen feine Riechstäbchen langgestreckt am untern Ende in eine mit Kern versehene Anschwellung übergehen, während an dem obern freien Ende mit Riechborsten versehene Riechstäbchen eingeschaltet sind. Beide Zellformen endigen mit Fortsätzen, oft deren zwei in einem. Die unteren Fortsätze der Flimmerzellen hängen mit Bindegewebszellen zusammen; diejenigen der Riechstäbchen können jedoch bis in den N. olfactorius verfolgt werden. Daraus folgt die Identität des Jacobson'schen Organs mit der Regio olfactoria.

Die Riechstäbchen kommen vorzüglich an dem drüsenfreien Abschnitte des Organs vor, zumeist in der Mitte, und nehmen nach vorne an Zahl ab. An dem Rande der Mündung des Organs hört das Flimmerepithel mit scharfem Rande auf und wird durch Epithel des Ductus Stensoni ersetzt.

Vergleichende Angaben.

I. Wirbelthiere.

Säugethiere. Die durch das Siebbein dargestellte mittlere und obere Nasenmuschel ist bei den Säugern anders angebracht, als beim Menschen. Bei diesem bildet die Lamina cribrosa und der die Regio olfactoria enthaltende Abschnitt den obersten, bei den übrigen Säugern jedoch den hintersten Theil; dem entsprechend sind auch die Nasenmuscheln verschieden eingesetzt. Bei den Säugern wird der nach der Nasenhöhle gerichtete Abschnitt des Siebbeinlabyrinthes, — nicht wie beim Menschen durch einen Einschnitt in zwei —, sondern durch viele Einschnitte in viele Abtheilungen gesondert. Die auf diese Art entstandene oberste Nasenmuschel ist mit der mittlern des Menschen homolog, während die unteren mit den oberen Nasenmuscheln des Menschen als homologe erscheinen und den ausgebreiteten Olfactorius enthalten. Die Zahl der Einschnitte ist bei Carnivoren grösser als bei Herbivoren; letztere haben kein in so hohem Maasse ausgebildetes Riechorgan.

Die untere Nasenmuschel ist blos bei den Affen der alten Welt einfach, wie beim Menschen; bei den übrigen Säugern findet sie sich in 1—2 oder zahlreiche Abtheilungen gesondert (Carnivora), was auf die Geruchsschärfe von keinem Einflusse ist, sondern blos zum Schutze gegen das Vordringen fremder Körper dient.

Die äussere Nase tritt bei den Säugern weniger vor, als beim Menschen; bei einigen ist dieselbe im höheren oder geringeren Maasse entwickelt (Carnivoren, Dickhäuter, Insectenfresser). Bei einigen Tauchenden (Biber), ferner beim Kameel, zum Schutze gegen den Wüstensand, besteht die äussere

Nasenöffnung aus einer klappenförmigen Vorrichtung und ist diese beim Männchen von Phoca cristata durch einen Sphincter schliessbar. Bei den Walen, denen der Olfactorius mangelt (Delphin) oder blos schwach entwickelt ist, verliert die Nasenhöhle ihre Bedeutung als Riechorgan und dient lediglich zur Respiration.

Die Farbe der Regio olfactoria beim Schafe ist nach den Untersuchungen von Balogh ockergelb und gewöhnlich mit einer mehr minder dicken Schleimschichte bedeckt. Die Epithelschichte wird von den Bowman'schen Drüsen durchbrochen. Die Epithelschichte ist farblos, die Epithelzellen ohne Flimmerhaare (wenigstens keine beweglichen), während die Zellen des Jacobson'schen Organes mit Flimmerhaaren bedeckt sind; beide besitzen die Riechzellen und eine gleichartige Nervenendigung. Ein unwesentlicher Unterschied beruht noch darin, dass, während die Drüsen der Riechschleimhaut gelb (pigmentirt), diejenigen des Jacobson'schen Organes farblos erscheinen.

Die Nasenhöhle der Vögel ist um Vieles einfacher construirt und weist 3 Muscheln, eine vordere, mittlere und hintere, auf. Die Vögel besitzen ferner ausserdem Nasendrüsen an den Stirnbeinen (der häufigere Fall) oder aber unter den Nasenbeinen, vorne in der Augenhöhle am innern Winkel, oft auch unter den Augen. Noch einfacher gestalten sich die Verhältnisse bei den Amphibien. Bei den geschuppten ist eine rudimentäre Muschel vorfindlich, diese fehlt bei den nackten vollständig. Bei den Schlangen findet sich eine, der Nasendrüse der Vögel entsprechende Drüse, welche jedoch in den Pharynx mündet. Die äusseren Nasenöffnungen der Batrachier sind contractionsfähig. Die Choanen führen nach der Mundhöhle; eine Ausnahme bildet das Krokodil (bei welchem diese in den Pharynx) und die nackten Amphibien (bei denen sie sich ganz vorne öffnen).

Bei den Fischen sind Riechgrübchen vorhanden, blos bei den Dipnoï findet sich eine rudimentäre Nasenhöhle vor. Die Schleimhaut der letzteren ist gefaltet und enthält Nervenverzweigungen. Unter den Knochen-Fischen — bei den Accipenserarten — zieht eine Hautbrücke quer durch diese Grübchen; bei den Cyclostomen liegt vor der Hirnkapsel eine einfache mit einer Röhre nach vorne mündende Nasenhöhle. Bei den Myxinoiden geht der Nasenkanal, den Gaumen durchbohrend, in die Mundhöhle, während letztere beim Petromyzon durch Schleimhaut abgetrennt wird.

II. Wirbellose.

Bei den Insecten sind an den Endgliedern der Fühler (Antennae) verschiedene kegel-, cylinder- oder stäbchenartige Gebilde angebracht, in denen die Endigung des Nerven erfolgt, und von denen man annimmt, dass sie als Riechorgan fungiren. Dasselbe ist für zahlreiche Crustaceen und Decapoden constatirt.

Bei den Cephalopoden finden sich in der Nähe der Augen zwei Grübchen, in welchen papillenförmige, aus dem Ganglion opticum entspringende und mit Nerven zusammenhängende Gebilde vorhanden sind.

Bei den übrigen Wirbellosen ist das Geruchsorgan unbekannt.

Physiologie des Riechens.

Die Physiologie des Riechens ist ein gering ausgebildeter und durch Wenige studirter Abschnitt der gesammten Physiologie. Es ist bekannt, dass ätherische, Geruch verbreitende Substanzen, während des Eindringens in die Nasenhöhle durch die Respiration, bei Berührung der Riechschleimhaut, bestimmte und besondere Empfindungen wachrufen, welche man als: Riechempfindung

bezeichnet. Dabei kann jedoch die Wirkung gewisser Stoffe lediglich nur durch einen Vergleich mit derjenigen anderer bereits bekannter Gerüche verglichen werden; in diesem Sinne spricht man von Rosen-, Reseda- u. s. w. ähnlichen Gerüchen gewisser Substanzen; worin und in wieferne jedoch sich diese von anderen Wirkungen unterscheiden, das kann weder bestimmt noch genau abgeschätzt werden.

Die Intensität des Geruches hängt ab: a) von der Grösse der berührten Oberfläche. Darauf weist der Umstand, dass die Nasenmuscheln von Thieren mit vorzüglicher Geruchsschärfe (Phoca vitulina) eine beträchtlichere Oberfläche besitzen, welche dadurch vermehrt wird, dass die Schleimhaut äusserst zahlreiche Falten — an welchen, wie bereits bemerkt wurde, Riechendapparate aufsitzen — aufweist; b) von der Dichtigkeit des Riechstoffes; gewisse Substanzen wirken jedoch noch in ausserordentlich geringer Menge auf das Sinnesorgan. So soll angeblich der zweimillionste Theil eines Milligrammes von Moschus noch auszunehmen sein.

Die Geruchsempfindung ist bei allen Menschen nicht gleichmässig entwickelt; einige verfügen über einen bedeutend feinern Geruch. Im Allgemeinen können verschiedene Erkrankungen — besonders die der Nase — die Feinheit des Geruches herabsetzen; Angewöhnung an gewisse Riechstoffe stumpft den Geruch ebenfalls derart ab, dass gewisse Einwirkungen des Geruches durch ein Individuum gar nicht mehr wahrgenommen werden, welche ein anderes, an dieselben nicht gewöhntes Riechorgan bereits in kleinster Menge empfindet.

Die Thiere — besonders wilde, doch auch einige Hausthiere wie z. B. der Hund — besitzen äusserst feinen Geruch. So ist es geradezu bewundernswürdig, wie Jagdhunde die meilenweit durch den Wind zugeführten Gerüche spüren; ebenso Pferde durch den Wolfsgeruch bereits zu einer Zeit unruhig werden, wo der Mensch noch keine Spur des Thieres entdeckt. Die in den Fussspuren zurückgebliebenen Riechstoffe leiten den Jagdhund der Fährte des Wildes oft stundenweit nach, wie auf gleiche Art das Wild seinem Verfolger ausweicht. Es ist eine allgemein bekannte Thatsache, dass der Geruch einer Speise, sowohl für den Menschen als das Thier, ein sehr wichtiger Factor bei der Auswahl der Nahrung ist, indem diese dadurch in die Lage versetzt werden, schlechte, verdorbene oder unangenehme Empfindung wachrufende Nahrungsmittel zu vermeiden. Ferner ist bemerkenswerth, in wie weit und auf welche Weise Riechstoffe auf psychischem Wege auf den Menschen und die Thiere einwirken. Der Geruch einer beliebten Speise regt sowohl beim Menschen als auch bei dem Thiere den Appetit an, und tritt Speichelabsonderung dabei auch dann ein, wenn das betreffende Gericht nicht

gesehen wird. Dies erfolgt durch Hervorrufen einer Reflexsecretion in den Speicheldrüsen durch den auf die Centralorgane ausgeübten Impuls.

Die Aufgabe des Jacobson'schen Organs bei Thieren ist bisher nicht mit Sicherheit ermittelt. Einige nehmen an, dass das Thier damit die ihm dienlichen Nahrungsmittel aussucht; wogegen jedoch der Umstand spricht, dass die Thiere die ihnen nach dem Geruche nicht zusagenden Nährstoffe gar nicht mit dem Munde berühren; bei geschlossenem Munde die Riechstoffe aber geradewegs eher zur Riechregion gelangen, als zum Jacobson'schen Organe (Col. Balogh).

Man könnte — nach Balogh — folgerichtiger daran denken, dass dieses Organ berufen sei, den Geruch gekauter Substanzen zu vermitteln; doch steht dem der Befund beim Pferde entgegen, wo das Organ, obschon entwickelt, von der Mundhöhle abgeschlossen ist.

Der Tastsinn.

Structur der Tastorgane.

Das Tastorgan ist in der Haut und den Anhängen derselben beim Menschen und den Thieren in Gestalt von Endapparaten untergebracht.

Unter den verschiedenartigen zum Tasten bestimmten Nervenendapparaten der Haut stellen die Krause'schen Endkolben die einfachsten und kleinsten Formen dar. Die Endkolben (Fig. 157 II *vg*) liegen gleich den meisten Tastendapparaten in den Papillen des Corions der Haut (II, *S*) und sind von einer glashellen Membran umzogen, in welcher hie und da längliche Kerne auftreten; nach innen zu findet man eine granulirte, den Ganglienzellen ähnliche Substanz mit 1—2, oder mehreren Kernen. Der zu letzteren ziehende Nerv (Fig. 157 II) umgibt sie spiralig, doch treten Fasern auch in das Innere und endigen mit Kernen. Der Endkolben wird von gallertigem Bindegewebe (*k*) umschlossen. In Fig. 157 bei II ist ein solches aus dem Finger des Menschen; in Fig. 158 bei III aus der Conjunctiva des Elefanten, bei VIII aus dem Finger des Maulwurfes gezeichnet. Die Endkolben haben beim Menschen und Affen kugelige, bei den Säugern zumeist längliche, cylindrische oder eiförmige Gestalt.

Ovale, längliche Endkolben sind bis nun für das Rind, das Schwein, Schaf, Pferd, die Conjunctiva des Auges vom Elefanten (Fig. 158 III), die Lippen und die Schnauze (Tastkegel, Eimer'sches Organ) des Maulwurfes, für die Lippen des Rindes und der Katze constatirt, ferner unter der Zungenschleimhaut der Katze, des Kaninchens, Eichhörnchens, der Ratte und Maus, in der Wangenschleimhaut des Igels, am harten Gaumen des Kaninchens, in der Zunge des Rindes, Schweines, Elefanten und der Ratte, an

der Eichel des Penis vom Rind, Igel, Maulwurf und Kaninchen, endlich an der Clitoris vom Rind, Schweine, Schaf, Kaninchen und in der Schleimhaut der Vagina des Kaninchens gefunden. Ausserdem sind sie noch in

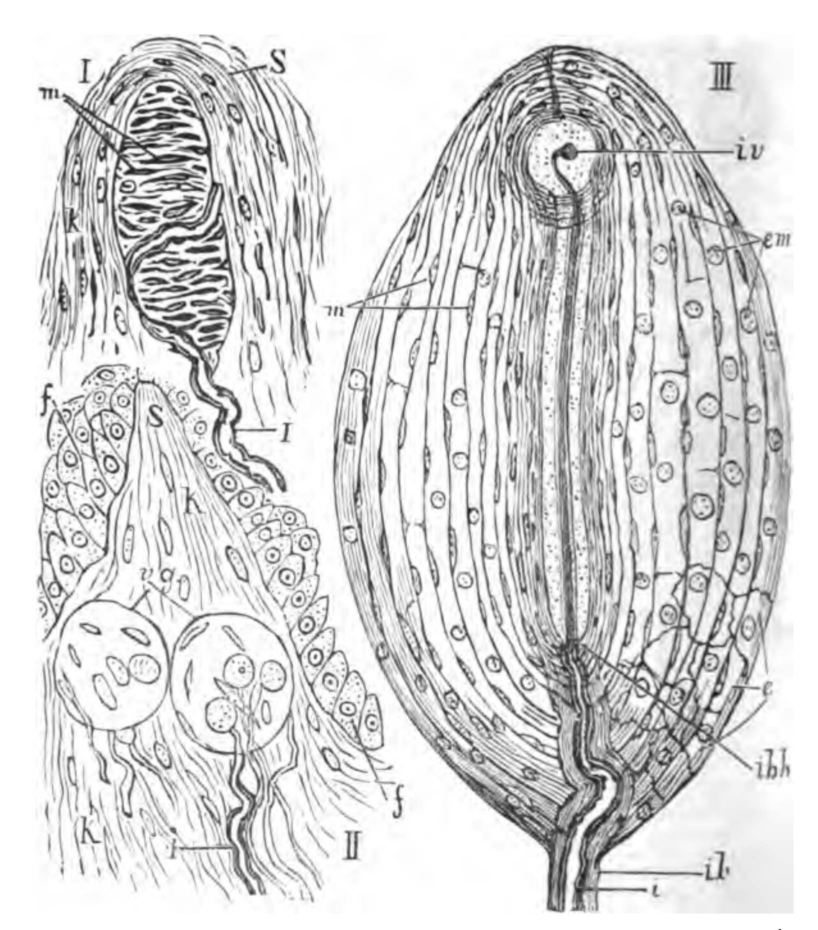


Fig. 157. Tastendapparate. I = Meissner'sches Tastkörperchen aus dem Finger des Menschen. *m* = kernförmige Gebilde an der Hülle; *i* = Nerv; *S* = Corionpapille. II = Krause-scher Endkolben aus dem Finger des Menschen; *S* = Lederhautpapille; *vg* = Endkolben; *k* = Bindegewebe; *i* = Nerv; *f* = Epidermiszellen. III = Vater-Pacini'sches Tastkörperchen aus dem Mesenterium der Katze, frisch untersucht. *i* = Nerv; *ib* = Nervenscheide; *ibh* = Nerveneintrittsstelle; *e* = die das Tastkörperchen umhüllenden Endothelzellen; *em* = Endothelkerne; *m* = kernartige Gebilde zwischen einzelnen Schichten der Kapsel des Tastkörperchens; *ir* = Nervenendigung.

der Sohlenhaut der Finger vom Meerschweinchen, ebendaselbst beim Maulwurfe (VIII) und der Katze, endlich in der Sohlenhaut vom Eichhörnchen. derjenigen des Ohres von der Maus und dem Kaninchen, schliesslich in der Rückenhaut von Maus, Ratte, Kaninchen und Hermelin (Mustela erminea) vorhanden.

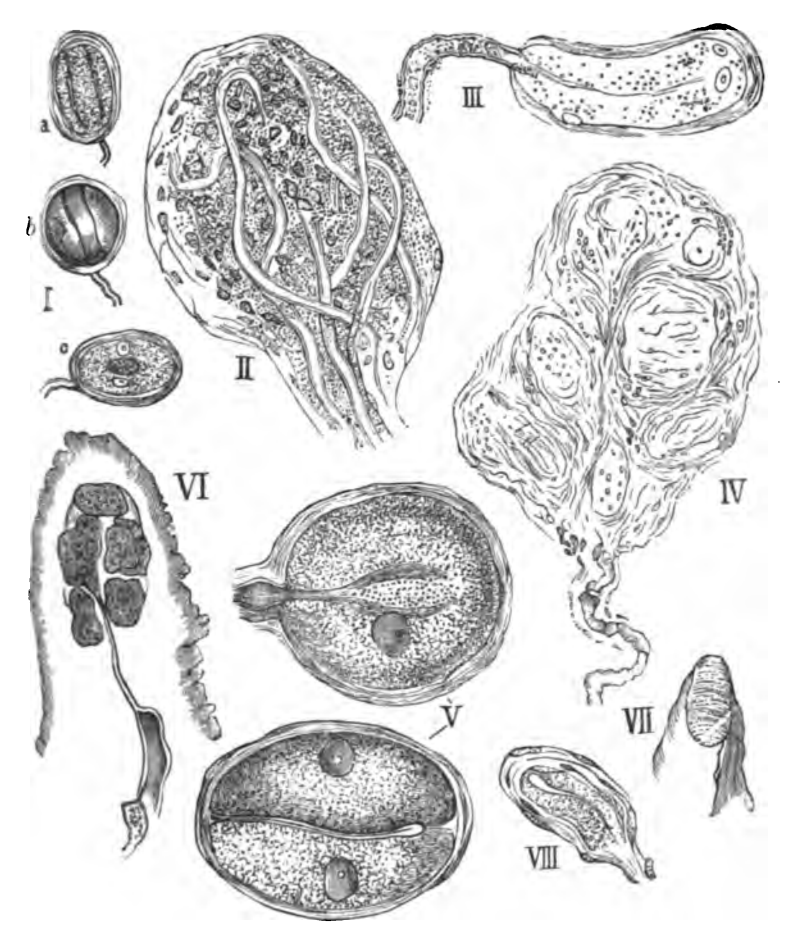


Fig. 158. I = Nervenendkörperchen neben den Pacini'schen Körperchen belegen, aus dem Schnabel der Gans und Ente; *a* u. *b* = Seitenansicht, in *b* eine terminale Faser mit knotiger Anschwellung; *c* = dieselbe vom Rande aus betrachtet, im Innern mit 2 Kernen und einer dunkel granulirten Endscheibe; der Nerv tritt wahrscheinlich im untern Ende ein (nach Grandry). II = Gelenkskörperchen aus der Dorsalfläche eines menschlichen Fingergelenkes, nach 24stündlichem Verweilen in 2 $^0_0$ Essigsäure, Flächenschnitt, in das Gebilde treten zwei doppeltcontourirte Nerven, mit dazwischen befindlichen Kernen ein. III = Endkolben aus der Augenconjunctiva eines jungen afrikanischen Elefanten, frisch mit Natron behandelt, Vergr. 300. IV = Wollustkörperchen aus der Glans clitoridis vom Weibe, nach Einlegen des frischen Präparates in 3 % Essigsäure, Vergr. 250. Das Körperchen besteht aus mindestens 5, mit dicker Bindegewebshülle umgebenen Abtheilungen, und enthält blos eine eintretende doppeltcontourirte Nervenfaser. V = Grandry-sches Körperchen aus dem Entenschnabel von der obern Fläche gesehen, nach 24stündl. Verweilen in 1 % Osmiumsäure. Die Endplatte granulirt und gestreift. Das unterhalb gezeichnete ist einem auf gleiche Weise behandelten Gänseschnabel entnommen, die Endplatte befindet sich an einer Seite, Vergr. 500. VI = Leydig'sches Körperchen aus der Zehenpapille eines Froschmännchens (Rana temporaria), frisch mit Essigsäure behandelt, Vergr. 800. Die doppeltcontourirte Nervenfaser übergeht in eine blasse terminale Faser. VII = Tastkörperchen aus der Kleinfingerhaut von Macacus cynomolgus. Dem Thiere wurde 13 Tage vor dem Tode der N. ulnaris exstirpirt. Nerven und querverlaufende terminale Fasern sind zu Reihen von Fettmolekeln umgewandelt. Behandlung mit Natron. Vergr. 350. VIII = Endkolben aus der Volarfläche eines Fingers vom Maulwurfe. Frisch mit Essigsäure untersucht. Vergr. 500. (Sämmtliche Zeichnungen nach Krause von F. Flesch.)

Eine weitere Form ist das Meissner'sche Tastkörperchen (Fig. 157 I), welches grösser als der Krause'sche Endkolben ist.

Diese Art der Tastkörperchen ist bisher blos beim Menschen und den Affen und zwar an der Epidermis der Hände und Füsse, im Nagelbette, der Brustwarze und den Rändern der Augenlider, in sehr geringer Anzahl in der Haut der Extremitäten und der Mucosa der Glans penis, schliesslich in einem Falle von krankhaft veränderter Zunge des Menschen von Geber gefunden.

Sie stellen längliche, elliptische, mit einer bindegewebigen, kernhaltigen Hülle (*m*) versehene, und einer granulirten Substanz ausgefüllte Gebilde vor; nach Einigen endigen in letzterer die eintretenden Nervenfasern mit Anschwellungen, nach Andern wird das Innere des Tastkörperchens aus mehreren zellartigen Gebilden, in deren Kerne der Nerv eintritt und endigt, zusammengesetzt. Neuere Untersuchungen Ranvier's bestätigen diesen, von meinem einstigen Schüler Prof. Davida (derzeit in Klausenburg) an mit Ueberosmiumsäure behandelten und isolirten Präparaten — bereits 1871—72 festgestellten, doch nicht veröffentlichten Befund. Oehl und Thin beschreiben Zwillings- und Drillings-Formen, die man dann als zusammengesetzte Tastkörperchen bezeichnet.

Eine dritte Art von Tastapparaten sind die sogen. Vater-Pacini'schen Körperchen (Fig. 157 III).

An den verschiedensten Hautgebieten des Menschen vorfindlich, kommen sie, wie es scheint, auch in der Haut der meisten Säugethiere, des Elefanten und der Fledermaus vor. Bei kleinen Thieren sind sie kleiner, als bei grösseren. Man findet sie beim Menschen in der Haut der Finger und Zehen, der Handfläche und Fusssohle, dann in den Nervenplexus der Bauchhöhle an den Mesenterialnerven vor dem Pankreas (Prezowoski, Genersich), ferner an den Knochen und Gelenken, der Brustwarze, und ·Drüse, an den Nerven des Penis und der Clitoris, auch neben der Steissdrüse, schliesslich seltener an den Muskelnerven.

Im Mesenterium der Katze gelangen dieselben zur schönsten Entwickelung und erscheinen bei einer 60—80fachen Vergrösserung — auch ohne Reagens untersucht — als ein aus lauter Kapseln zusammengesetztes, in der Mitte granulirte Substanz enthaltendes Gebilde, worin der Axencylinder des eintretenden Nerven (*i*) endigt. Die membranösen Kapseln werden von aussen durch eine Schichte polygonaler Endothelzellen (*e*) bedeckt, welche durch Höllenstein-Imprägnirung sichtbar werden. Der Nerv (*i*) ist mit Markscheide und Axencylinder ausgestattet, die Scheide (*ib*) desselben verwächst mit der äussern Kapsel, welche der Axencylinder durchsetzt und zu der bereits erwähnten granulirten Substanz zieht, und dessen umgebogenes Ende in ein Knötchen ausläuft (*iv*), oder aber sich hakenförmig umbiegt und sich in zwei Aeste theilt, deren jeder in einer Anschwellung endigt.

Die vierte Form der Tastendapparate stellen die bei den Vögeln vorkommenden, den Pacini'schen Körperchen ähnlichen.

jedoch kleineren sogen. Herbst'schen Körperchen dar. Es sind dies längliche, mit einer ringsfaserigen Hülle versehene, ovale Gebilde, in deren Mitte sich eine kernhaltige, in eine cylinderförmige Kapsel eingeschlossene granulirte Substanz vorfindet, in welcher der Axencylinder mit einer Anschwellung ausläuft. Neuere Untersuchungen ergaben für die Herbst'schen Körperchen gleichfalls ein dichtes Lamellensystem im Innern derselben.

Die kleinsten derartigen Gebilde werden auch Grandry'sche Körperchen benannt; ähneln den cylindrischen Endkolben, doch haben sie eine feinfaserige kernhaltige Hülle und in der Mitte ein cylindrisches Endkölbchen.

Die Herbst'schen Körperchen kommen in der gesammten Haut der Vögel, und zwar unter den Follikeln der Federn vor; ferner in der Aussenhaut des Schnabels und an den Schleimhäuten; bei der Ente ausserdem an der Zunge und Augenbindehaut. Sehr zahlreich finden sich dieselben am Rande des Schnabels der Gans (auch zu 30 in einer Papille, wie dies Hilder mit Krause constatirten; ferner in den Knochenspalten des Schnepfenschnabels (Leydig) vor.

Grandry, Merkel u. A. beschreiben ausserdem in der Wachshaut des Entenschnabels aus 2—3 Zellen zusammengesetzte Tastorgane, zwischen deren Zellen lamellöse Scheidewände vorhanden sind, in welchen sich der Nerv ausbreitet. Man könnte dieselben — unserer Anschauung nach — als Nervenplatten bezeichnen (Fig. 158 I, *a*, *b*, *c* und V).

Eine besondere Form von Nervenendigungen erwähnt Mojsisovics in den sogen. Eimer'schen Körperchen oder Tastkegeln im Rüssel des Maulwurfs. Diese erscheinen als epitheliale Kegelgebilde, in denen der Nerv zwischen den Zellen mit kleinen Knötchen verläuft. Sie sind sowohl bei Talpa europaea, als auch an Condylura cristata und Chrysochloris indurata beobachtet.

Eine weitere Form der Tastwerkzeuge stellen die zwischen den Vater-Pacini'schen Körperchen und den cylindrischen Endkolben einen Uebergang bildenden Endkapseln dar. Sie bestehen aus einem Nerven, dem innern Kolben und einer aus wenigen Schichten gebildeten Lamelle, und sind bis nun blos beim Igel und dem Elefanten vorgefunden worden. Dieselben finden sich neben den Ausführungsgängen der Backendrüsen des Igels, oder zwischen den Drüsenacinis selbst, dann aber auch neben den Endkolben im Penis. Endkapseln fand man noch in der Zunge und der Augenconjunctiva des Elefanten (Fig. 158 III).

Die Genital-Körperchen stellen Tastapparate der Geschlechtsorgane vor, und finden sich sowohl an der Clitoris des Weibes, als an der Glans penis des Mannes.

Ausser diesen kommen hier auch Endkolben vor. In überwiegender Zahl sind jedoch die Genital- oder Wollustkörperchen (Fig. 158 IV) anzutreffen, welche von verschiedener Gestalt, meist an der Oberfläche Einkerbungen besitzen und einer Maulbeere ähneln.

An den kleinen Schamlefzen trifft man unter den Papillen auf Endkolben. Bei den Säugern wurden gleichfalls Genitalkörperchen gefunden, so an der Clitoris des Kaninchens (Krause und Finger) neben Endkolben und Vater'schen Körperchen; beide letzteren Arten treten auch in der Vaginalwand des Kaninchens auf. Die Genitalkörperchen des Katers sind im Penis oval, beim Schweine und Schafe sind an dieser Stelle Endkolben, hingegen besitzt die Clitoris vom Schweine Genitalkörperchen. Im Penis der Maus, des Eichhörnchens und Kaninchens sind gleichfalls derartige Nervenendapparate vorhanden, ebenso in der Genitalschleimhaut der Vogelweibchen.

Die sogen. Gelenkskörperchen erstrecken sich an den Fingergelenksmembranen in verschiedener Form; s. Fig. 158 II.

Unter den Säugern kommen beim Hunde mehr minder rundliche Formen vor.

An der äussern Faserhülle der Fingergelenkshäute des Menschen sind ausserdem auch winzige Vater'sche Körperchen.

Leydig fand in der Haut der Fische (insonders beim Axolotl) zu beiden Seiten in furchenartigen Vertiefungen glocken- oder kelchähnliche Endapparate (Seitenorgane).

Das nach Leydig benannte Körperchen aus der Zehenpapille des Frosches (Leydig'sche Körperchen) findet sich in der angegebenen Figur bei VI gezeichnet. Der Nerv geht hier in eine blasse Endfaser aus und endigt in dem granulirten, kernförmigen Gebilde. In den aus der Schleimhaut des harten Gaumens hervorragenden Papillae filiformes vom Meerschweinchen zieht in der Mitte gleichfalls ein Nerv hinauf, der an der Spitze der Papille in einem birnförmigen Endapparate ausläuft (Thanhoffer, im Ungarischen publicirt).

Schliesslich seien die, von Thanhoffer und dessen Schüler Flesch im Dünndarme des Frosches an der Basis, in selteneren Fällen auch in höheren Parthieen, zuweilen an der Spitze der Zotten gefundenen, den Geschmacksorganen ähnlichen, mit Epithel bekleideten Endapparate erwähnt. Ihre Bestimmung ist bisher noch nicht erforscht.

Die blassen Nervenfasern verlaufen in der Lederhaut nach aufwärts und hängen mit sternförmigen, ganglienzellenartigen Gebilden zusammen (Eberth); ihre einzelnen Aestchen endigen zwischen den Epidermiszellen in kleinen Anschwellungen oder in Gebilden, welche bis in das Stratum corneum einzelne feine Fortsätze aussenden (Langerhans).

Endlich dienen auch die Tasthaare, mit denen der Mund, Lippen und Nase der Thiere umrandet erscheint, als Tastorgane.

Diese sind länger, dicker und steifer als die übrigen Haare, besitzen doppelte Haarfollikel und zieht zu deren Bulbus eine Nervenfaser.

Vergleichende Angaben.

I. Wirbelthiere.

Bei den Säugethieren haben blos die Extremitäten in einzelnen Fällen (Affen) die Fähigkeit des Tastens; diese Aufgabe fällt mehr den Lippen, der Zunge, der äussern Nase oder dem Rüssel zu. Die Tasthaare einiger Carnivoren und der Robben, wie auch der Fangschwanz einiger Säuger sind ebenfalls zum Tasten geeignet. Bei den Vögeln, besonders den Sumpf- und Wasservögeln, dient die Spitze des Schnabels zu diesem Zwecke. Als Tastorgan fungirt bei den Schlangen und Eidechsen die Zungenspitze; bei einigen Fischen (Stör, Wels) dienen die sogen. Bartfäden zum Fühlen, obschon diese auch als Lockorgane aufgefasst werden können. Nervenreiche Tastorgane findet man in von der Brustflosse abgesonderten Strahlen bei Trigla.

Bei den im Wasser lebenden Wirbelthieren finden sich in der Haut noch besondere Sinnesorgane, so die sogen. Schleimkanäle der Fische, welche auch bei den im Wasser lebenden Amphibien (besonders deren Larven) vorkommen. Diese sind ein System verzweigter Kanäle, welche entweder in oder unter der Lederhaut (Corion) vorkommen und an verschiedenen, jedoch bestimmten Stellen ausmünden. In das Innere der Kanäle ziehen zahlreiche Nerven, welche als Nervenendknospen endigen (Leydig). Der versorgende Nerv derselben ist am Stamme:. der Nervus lateralis vagi, am Kopfe: zumeist der N. trigeminus.

Aehnliche Gebilde stellen die von Leydig in der Epidermis vieler Süsswasserfische beschriebenen kelchartigen Seitenorgane dar, mit stäbchenförmigen Endapparaten. Hieher gehören ferner die sogen. Sulzröhren, welche unverzweigt sind und blos bei Selachiern und Chimären, besonders am Kopfe gefunden werden. Diese besitzen gleichfalls Nervenendigungen in der zu ihrem Beginne belegenen, ampullenartig blind endigenden Ausbuchtung. Endlich müssen hieher noch die sogen. Savi'schen Bläschen eingereiht werden, die beim Torpedo am untern Theile des Kopfes an der Nasengrube angebracht, im Innern einen warzenartigen, mit Nervenendapparaten ausgestatteten Wulst besitzen.

II. Wirbellose.

Cölenteraten. Sowohl bei den Hydroidpolypen, als auch den Anthozoën finden sich um die Mundöffnung kranzförmig angebrachte Fühler. Obschon hier bisher keine Nervenendigungen gesehen wurden, so können sie ihrer Empfindlichkeit wegen als Tastorgane angesprochen werden. Der Körper der Medusen ist ausser den eben genannten Organen noch mit zumeist ausnehmend dehnbaren, seltener steifen oder weniger beweglichen, fadenförmigen, entlang des Scheibenrandes befindlichen Anhängen ausgestattet.

Bei den Würmern stehen die sensiblen Nerven mit modificirten Zellen der Decke in Verbindung, welche in der Regel als steife, stachlige Aeste (Tastborsten, Taststäbchen) von der Oberfläche der äussern Decke hervorragen. Eine besondere Complication derselben zeigen nach Leydig einige Egelarten, wo ganze Gruppen dieser Gebilde in den Kelchorganen untergebracht erscheinen. Wo die Bedeckung des Körpers durch eine stärkere Cuticularschichte geschieht, finden sich Tastwärzchen — als kegel- oder warzenförmige Erhebungen der Cuticularschichte, durch welche ein Porenkanal zieht — vor (bei Nematoden, besonders bei der Mund- und Genitalöffnung).

Echinodermen. Ausser den, mit dem Wassergefässsystem verbundenen Saugfüsschen kann man hier die um die Mundöffnung angebrachten, von Nerven versorgten Tentakel als Tastorgane auffassen.

Arthropoden. Bei den meisten Arthropoden sind Fühler vorhanden, welche jedoch blos als Träger des Tastorgans betrachtet werden können. Bei den Crustaceen sind zwei Paare gegliederter Fühler vorfindlich. Bei den Arachniden und Insecten stehen solche mit den Mundorganen in Verbindung und heissen Palpae.

Die Myriapoden und Insecten haben blos ein Paar Fühler. Ausserdem kommen hier, ähnlich den stäbchenförmigen Fortsätzen des Integumentes der Würmer, zu welchen mit ganglienartiger Anschwellung versehene Nerven ziehen, solche nicht nur an den Antennen, sondern auch an anderen adnexen Gebilden vor.

Mollusken. Man findet hier gleichfalls borstenähnliche Zellfortsätze. An den Armen der Brachiopoden stehen solche in zwei, am Mantelsaume der Lamellibranchiaten (Mactra, Lima, Pecten), oft auch mehrfachen Reihen, wo sie von dem Nerven des Mantelsaumes mit Aesten versorgt werden. Die am Mantelsaume zahlreicher Cephalophoren befindlichen Fortsätze, wie auch die am Rücken der Abranchiaten befindlichen Cirrus stellen gleichfalls Tastkörper vor. Bei den Cephalophoren trifft man ausserdem am Kopfe verschieden viele tentakelartige Fühler an; ausserdem können auch die Arme als Tastorgane betrachtet werden; was gleichfalls für die um die Mundöffnung der Tetrabranchiaten angebrachten Tentakel gilt.

Die rüssel- oder borstenartigen Gebilde der Protozoën könnten schliesslich gleichfalls als Tastorgane aufgefasst werden, wenn bei diesen Geschöpfen das Vorkommen eines Nervensystems constatirt würde.

Physiologie des Tastgefühles.

In der Regel sind es mechanische und thermische Einflüsse, welche von der Haut empfunden werden; jene dann, wenn ein Theil des Körpers berührt oder gedrückt wird, diese wieder, so oft eine Temperaturschwankung des Mediums eintritt, oder eine mehr minder beträchtliche Wärmeeinwirkung direct auf eine Körperstelle ausgeübt wird.

Ob zur Perception dieser zwei Wirkungen auch zwei gesonderte Nervenendapparate bestimmt sind; oder aber ob dieselben Endorgane, welchen die Aufnahme und Beförderung des Druckgefühles obliegt, zugleich auch das Wärmegefühl vermitteln, ist bis nun nicht entschieden.

Wahrscheinlich ist Letzteres der Fall, und bringt es blos die Qualität und der Grad der Einwirkung zu Wege, dass die Endapparate einmal auf thermische, ein andermal auf mechanische Impulse reagiren.

Ausser den genannten zwei Functionen besorgt die Haut noch andere zwei, obschon mit diesen zusammenhängende Aufgaben. Wird z. B. unsere Stirnhaut, zu gleicher Zeit auch die des Fusses berührt, so können wir nicht allein mit Sicherheit bestimmen, dass Stirne und Fuss berührt wurden, sondern auch die Stelle, wo dies erfolgte, angeben. Es verbindet sich das Gefühl der Berührung mit den localen Zeichen. Wir nennen diese Eigenschaft der Haut oder das Orientiren über die Stelle der Berührung ohne Zuhilfenahme des Sehorganes die locale

Empfindung der Haut. Nach H. Munk ist das Centrum des Tastgefühles beim Hunde im Scheitellappen der grauen Hirnrinde belegen; und erhellt aus seinen Untersuchungen, dass die sensiblen Nerven der einzelnen Körpertheile in bestimmten gesonderten Knoten dieses Centrums endigen. Für die hinteren und vorderen Extremitäten, den Nacken, das Auge, Ohr, den Stamm und Kopf existiren gesonderte Knotenpunkte. Jede Hautstelle besitzt ein eigenes Centrum, so dass die Hautfläche gleichsam auf die Parietallappen des Hirnes projicirt erscheint. Daraus ist die Entstehung der localen Zeichen, wie auch die Grundlage des Orientirungsvermögens leicht einzusehen. Die Eigenschaft der sensiblen Centren: über Reizung derselben eintretende Empfindungen auf die Peripherie zu übertragen, nennt man das Gesetz der aussercentralen Empfindung, oder richtiger „die Localisation der Empfindungen nach der Peripherie".

Die Feinheit der Localisation wechselt nach den verschiedenen Hautstellen. E. H. Weber hat dieselbe gemessen; was nach seiner Angabe ausgeführt werden kann, indem man die abgestumpften Spitzen eines Zirkels (Tastzirkel) auf die zu untersuchende Haut aufsetzt und bestimmt, bis zu welcher Weite dieselben auseinander gehalten werden müssen, damit das Versuchsindividuum mit geschlossenen Augen die Berührung, als eine von zwei Spitzen herrührende, wahrnehme. Sind beide Zirkelspitzen auf 2 Mm. auseinander und man setzt sie auf die Fingerspitze (an der Volarfläche), so empfindet man zwei Eindrücke; wird die Rückenfläche der Hand mit ebensoweit auseinanderstehenden Zirkelspitzen berührt, so erhält man blos den Eindruck einer einzigen. An letzterer Stelle müssen die beiden Spitzen zu mindest 30 Mm. auseinanderstehen, damit zwei Eindrücke wahrgenommen werden. Weber hat auf diese Weise den ganzen Körper untersucht und eine Tabelle zusammengestellt, in welcher (die Entfernungen in Mm. ausgedrückt) dargethan wurde, wie weit die Zirkelspitzen auseinander gestellt werden müssen, damit das Individuum zwei gesonderte Wahrnehmungen empfinde. Die Orte der feinsten Localisation liegen selbstredend dort, wo die Spitzen des Instrumentes zur gesonderten Empfindung am meisten genähert werden können.

Nach den Angaben von Weber sind: Stirne 23, Augenlid 11, Ohr 23, Jochbogengegend 15, Wange 11, Nasenspitze 7, Oberlippen 9, Zungenrücken 9, Zungenspitze 1, Zungengrund 9, Unterlippen 4, Mitte des harten Gaumens 14, Hals 34, Brust 45, Oberarm 68, Ellbogen und Unterarm 40, Handwurzel 32, Oberschenkel 68, Kniescheibe 36, Unterschenkel 40, Metatarsus 40, Schläfe 34, Hinterhaupt 27, an der hinteren Körperfläche in der Gegend der Hals- und Rückenwirbel 55—70, an den Kreuzwirbeln 40, am Gesässe 40, über den Fusswurzelknochen 23, an der Sohle (Mitte) 16, an der Sohlenseite der Zehen 11. An der Handfläche: Fingerspitze 2, am 2. Fingergliede 5, am

ersten Fingergliede 7, am Metacarpus des Daumens 9. Am Handrücken: an der Fingerspitze 7, am zweiten Fingergliede 11, am dritten Fingergliede 16, am Metacarpus 18.

Aus den Untersuchungen von Weber erhellt ferner, dass jene Hautflächen die empfindlichsten sind, worin die meisten Tastendorgane untergebracht erscheinen; so die der Zungenspitze, der Finger auf der Volarfläche; während der an Tastkörperchen viel ärmere Handrücken weniger, der Oberarm und die Rückenhaut am wenigsten empfindlich sind, so dass deren Empfindlichkeit 60mal geringer ist, als diejenige der Zungenspitze. Wenn man auf einer Hautstelle jene Entfernung der beiden Zirkelspitzen, bei welcher die gesonderten Empfindungen am Versuchsindividuum zu einer einzigen verschmelzen, und welche demnach kleiner ist als 2—5 Mm., bestimmt und diese Messungen nach gleicher Weise an den übrigen Parthieen des Körpers ausführt, so werden dadurch circuläre, an den Extremitäten ovale Figuren erzielt, innerhalb welcher das Individuum stets nur einen Punkt empfindet, während zwei Spitzen darauf angesetzt sind. Einen solchen circulären oder ovalen Bezirk nennt man „Tastgebiet". Die aus den Localzeichen entstammenden Berührungswahrnehmungen geben die „Druckwahrnehmungen", die Empfindung des Vorhandenseins von auf die Körperhaut einen Druck ausübenden Körpern.

Man ist im Stande, über die Grösse, Gewicht, Ausdehnung. Rauhigkeit oder Glätte der Oberfläche, kurzweg über die Beschaffenheit eines Körpers auch bei geschlossenen Augen sich durch die Empfindung des Tastens eine Vorstellung zu bilden. Diese Eigenschaft unserer Haut bezeichnet man als Ortssinn. Wird der zu untersuchende Gegenstand abgetastet, d. h. von Theil zu Theil dessen Erhabenheiten, Seiten u. s. f. den Tastendapparaten, z. B. der Hand, ausgesetzt, so kann man selbst im Dunkeln sich von der Beschaffenheit der Gegenstände Kenntniss verschaffen.

Dieses Tastgefühl ist besonders an den Händen hoch ausgeprägt, ebenso an dem Rüssel (Elefant) wie auch an der Zunge der Thiere, ferner an den Fühlern der Insecten; Pferde können — wie die Erfahrung lehrt — durch die unter dem harten Hufe befindlichen Nerven sich über die Beschaffenheit des Bodens einen Begriff machen. Die grossen beweglichen Lippen vieler Thiere sind gleichfalls feine tastende und forschende Organe, deren Empfindlichkeit durch die Tasthaare gesteigert wird. Die aus den Tastgefühlen gezogenen Folgerungen werden durch die Localzeichen bedeutend unterstützt, wie dies aus dem berühmten Erbsenexperimente des Aristoteles erhellt. Wird nämlich die normale Stellung der Tastorgane verändert, so kommen über die Tastwahrnehmungen bedeutende Täuschungen zu Stande.

Wird z. B. der Mittelfinger mit dem Zeigefinger gekreuzt und mit diesen Fingern ein Kügelchen (Brodkügelchen, Erbse) abgetastet, so entsteht die Empfindung des Vorhandenseins zweier Kügelchen, da wir in unserem Bewusstsein gewohnt sind, blos die von der Ulnarseite des Zeigefingers und blos von der Radialseite des Mittelfingers abgehenden Tastempfindungen als von einem Gegenstande entstandene combinirt zu erfassen.

Durch das Tastgefühl empfinden wir ferner auch die Intensität des Druckes (Druckgefühl, Drucksinn); wenngleich absolute Werthe damit nicht wie auf einer Wage abgeschätzt werden können, so ist doch das Druckgefühl ein sehr feines zu nennen. Nach Weber können Gewichte voneinander unterschieden werden, wenn deren Schwere sich zu einander wie 29 : 30 verhält (z. B. 29 Gr. zu 30 Gr., 58 : 60, 87 : 90 u. s. f.), doch nur in dem Falle, wenn zwischen dem Aufsetzen beider Gewichte mindest 15 Secunden Zeit verflossen ist. Bei 1/2 Minute können blos Gewichte unterschieden werden, zwischen denen das Verhältniss wie 24 : 30 ist. (In Erkrankungen (Tabes dorsualis) kann das Druckgefühl derartig vermindert sein, dass der Kranke eine Differenz von 50 : 2500 Gr. nicht mehr zu unterscheiden vermag.)

Das Gewicht der Körper wird übrigens auch dadurch abgeschätzt, dass dieselben gehoben werden und die dazu verwendete Muskelarbeit erwogen wird; was als Muskelgefühl bezeichnet wird. Nach den Untersuchungen von K. Sachs stellte es sich mit Wahrscheinlichkeit heraus, dass die aus den hinteren Rückenmarkswurzeln entspringenden Muskelnerven die Vermittler des Muskelgefühles sind. Auf welche Weise dieselben jedoch im Muskel endigen, ist bisher mit Sicherheit nicht dargethan.

Eine weitere Art des Tastgefühls ist der Temperatursinn. Nach Weber wird derselbe durch die äussere Decke, die Haut des äussern Gehörganges, die Schleimhaut der Mund- und Rachenhöhle, das vordere Ende der Nasenhöhle, den obern Rand des Gaumensegels und die Schleimhaut des Mastdarmes vermittelt; die Scheide kann gleichfalls hieher gezählt werden. Die Grundeinheit des Temperatursinnes, zu welcher wir die zu untersuchenden Temperaturen in Verhältniss ziehen (die Eigenwärme der Haut), kann mit etwa 30—35 ^{0} C. angesetzt werden; was nach E. Hering für unsere Empfindungen bei Vergleichen etwa als Nulltemperatur anzunehmen ist. Wasser von der gleichen Temperatur unserer Haut wird nicht empfunden; hingegen empfinden wir Wärme, wenn die Temperatur des Mediums höher; Kälte, wenn diese tiefer steht als die Nulltemperatur der Haut. Die Haut stellt somit ein relativ feines Thermometer dar. Weber konnte durch seine Finger noch Differenzen von 1/2 — 1/4 ^{0} C. im warmen Wasser unterscheiden. Diese Empfindlichkeit wechselt jedoch an verschiedenen Körperstellen, und kann durch Uebung gewiss bedeutend erhöht werden. Die Wichtig-

keit dieser Fähigkeit zum Schutze unseres Körpers gegen Hitze und Kälte ist leicht einzusehen.

Ausser den angeführten Empfindungen entstehen noch zahlreiche andere; so das Schmerzgefühl, Kitzeln, Schwindel, Schreck, Wohlbehagen, Unbehagen, Abscheu, Wollust, Hunger, Durst u. s. w., welche als allgemeine Empfindungen bezeichnet werden, deren Besprechung jedoch über den Rahmen dieses Werkes weit hinausgreift.

III. Abtheilung.

Physiologie des Nervensystems.

Das Nervensystem ist — wie bereits im allgemeinen Theile angeführt wurde — im Wesentlichen aus Nervenfasern und Nervenzellen zusammengesetzt. Erstere leiten diejenigen Erregungen, welche auf bestimmte Reize in den Nervenzellen entstehen. Das Nervensystem wird in ein peripherisches und ein centrales eingetheilt. Jenes wird durch die in den Organen sich verzweigenden Nerven, dieses durch das Gross- und Kleinhirn, das verlängerte- und das Rückenmark gebildet. Zwischen diese beiden ist — gleichsam als Verbindungsglied — das sympathische Nervensystem eingeschaltet.

Chemische Zusammensetzung der Nervensubstanz.

Der Wassergehalt des Gehirnes (beim Menschen) beträgt 70·9—82·7 %. — Bibra fand denselben für die graue Substanz des Menschenhirnes, Pietrowszky für die des Rinderhirnes mit 81·6 %; denjenigen der weissen Substanz mit 68·35 %. Von eiweissartigen Stoffen finden sich in der Nervensubstanz einer dem Myosin, ein anderer dem Elastin gleich (beide dem Eiweiss jedenfalls nahestehend); ferner Nucleïn und Collagen, ausserdem Myelin, Cerebrin, Lecithin und Protagon.

Letzteres von Liebreich dargestellt und längere Zeit als Gemisch von Lecithin und Cerebrin angenommen, wird seit den Untersuchungen von Gamgee und Blankenhorn als besonderes, chemisches Individuum betrachtet.

In der Nervensubstanz findet sich ferner als Zersetzungsproduct: Cholesterin; ausserdem Glycerinphosphorsäure, Oleophosphorsäure und andere phosphorhaltige Fette (Zersetzungsproducte des Lecithin), Palmitinsäure, wenig Fett und flüchtige Fettsäuren, Inosit, Harnsäure, Hypoxanthin, Xanthin, Kreatin, Milchsäure-Ferment

und anorganische Bestandtheile, und zwar: viel phosphorsaure Salze, phosphorsaures Kalium, Calcium und Magnesium; endlich Eisenoxyd und Kieselsäure, wenig schwefelsaures und Chlorsalz, letztere möglicherweise aus dem Blute herstammend. Unentschieden ist noch, ob das Gehirn Ammoniak enthält; geradezu zweifelhaft, ob freie Phosphorsäure darin vorfindlich ist.

Die dem Myosin ähnliche Eiweisssubstanz wird in den Axencylindern, das Nuclein in der grauen Substanz des Centralnervensystems, das Lecithin und Cerebrin hauptsächlich in den Markscheiden, das Elastin im Neurilemma angetroffen.

Nach den Untersuchungen von Pietrowszky enthält die graue Substanz des Rinderhirnes nicht allein mehr Wasser, sondern auch weniger feste Bestandtheile, als die weisse Substanz. Letztere bilden in der grauen Substanz 18·3958 %, in der weissen hingegen 31·6492 %.

Der fixe Rest der grauen Substanz weist um 0·6288 % mehr Phosphorsäure auf, als derjenige der weissen Substanz; mehr als die Häfte der festen Bestandtheile wird aus eiweissartigen Stoffen gebildet. Cholesterin und die Fette bilden ¼ der gesammten Masse der grauen Substanz. Von Cerebrin enthält die graue Substanz weniger, von Lecithin mehr, als die weisse Substanz. In der weissen Substanz hingegen bilden das Cholesterin und die Fette mehr als die Hälfte der festen Bestandtheile, während die eiweissartigen blos den vierten Theil ausmachen; das Cerebrin ist hingegen in grosser Menge vorhanden.

Zudem enthält das verlängerte Mark die grösste, der Thalamus opticus (Sehhügel) und das Corpus striatum (Streifenhügel) die geringste Menge in Aether löslicher Substanzen; im Greisenalter vermindern sich die in Aether löslichen Substanzen, die Eiweissstoffe hingegen finden sich vermehrt; durch Hunger wird die quantitative Zusammensetzung des Gehirnes nicht, oder kaum merklich alterirt. Das Gehirn von Embryonen oder Neugeborenen enthält bedeutend weniger in Aether lösliche Substanzen als das von Erwachsenen, ist hingegen wasserreicher. Bei Thieren ist das Gehirn um so wasserreicher und an in Aether löslichen Substanzen ärmer, je niedriger sie auf der Entwickelungsstufe der Säugethiere stehen, und umgekehrt (Bibra, Schlossberger, Walther und Hautt).

Wenngleich das verlängerte Mark sowohl beim Menschen, als auch den Säugethieren an in Aether löslichen Substanzen sehr reich ist, so wird es darin vom Rückenmarke beinahe um das Zweifache übertroffen; hingegen ist letzteres dabei bedeutend wasserärmer. Das Rückenmark ist ausserdem ärmer an Phosphor, als das Gehirn.

Ueber die chemische Zusammensetzung der Nerven haben wir geringe Kenntniss. Diese gleichen mehr minder in ihrer Zusammensetzung der weissen Substanz des Gehirnes, was von dem grossen Fettgehalte derselben herrührt; Cerebrin und Cholesterin ist in derselben, mit dem Gehirne verglichen, nur in sehr geringer Menge vorhanden.

Die weisse Substanz des Gehirnes und Rückenmarkes, ebenso wie die Nerven, reagiren nach Funke, Ranke und Gscheidlen im frischen Zustande alkalisch; bei gesteigerter Thätigkeit dieser Organe oder einer Temperatur von 45—50° C. hingegen sauer (Funke, Ranke); die graue Substanz hingegen zeigt nach Gscheidlen stets saure Reaction.

Allgemeine Nervenphysiologie.

Nervenreiz und Gesetze der Nervenleitung.

Der Muskel vermag ausser den oben erwähnten, auf ihn angewandten allgemeinen, nämlich den mechanischen, chemischen, thermischen und elektrischen Reizen, noch ausserdem durch die Reizung seines Nerven in thätigen Zustand versetzt zu werden; unter normalen Verhältnissen functionirt der Muskel lediglich durch den Reiz des zu ihm führenden Nerven.

Für die Richtigkeit dieser Thatsache spricht sowohl die tägliche Erfahrung, als zahlreiche einfache und überzeugende Experimente. Wird der zu einer Muskelgruppe hinziehende Nerv eines Thieres (der Ischiadicus des Frosches) durchtrennt, so vermag das Thier die durch den betreffenden Nerv versorgten Parthieen des Körpers nicht mehr zu bewegen; wird hingegen der betreffende Nerv gekneipt, oder durch den elektrischen Strom gereizt, so verfallen die von demselben versorgten Muskeln in Zuckungen. Den im Nerven fortgeleiteten und Contraction des Muskels bewirkenden Zustand nennt man: Princip der Innervation.

Zur Kenntniss der vitalen Eigenschaften des Nerven pflegen wir bei Thieren derartige aufzusuchen, welche nach Herausnahme aus dem Körper noch längere Zeit in dem, dem normalen gleichen Zustande zu verharren scheinen. Besonders brauchbar zu diesem Zwecke erscheinen Froschnerven, und verwendet man entweder die von Haut entblössten Froschschenkel in Verbindung mit dem Ischiadicus (Froschschenkel-Präparat), oder aber den Musc. gastrocnemius des Frosches gleichfalls in Verbindung mit dem N. ischiadicus (Nervenmuskel-Präparat).

Werden an einem derartigen Präparate die mit Muskeln zusammenhängenden Nerven an einer Stelle mit einer Pincette gekneipt, oder mit einem Faden unterbunden, oder aber durch-

schnitten, so zuckt der Muskel; dasselbe erfolgt auch, wenn man ein Ende desselben in Säuren (diluirte Essig- oder Salzsäure) oder in Alkalien (Natronlauge) taucht oder mit der Spitze eines glühenden Körpers berührt. Sobald jedoch auf diese Agentien der Zustand des Nerven an den Berührungsstellen alterirt wurde, verliert der Nerv an diesen Stellen seine Reizbarkeit. Es kann von diesen Stellen aus weiter keine neue Zuckung mehr ausgelöst werden, jedoch immerhin von anderen, den Muskeln näher belegenen Stellen des Nerven.

Ebenso kann der Nerv auf elektrischem Wege gereizt werden. Wird derselbe mit dem Ende des Bogens eines Zink- und Kupferelementes berührt, so zuckt — wenn man von der Durchschnittsstelle gegen den Muskel zu fortschreitet — bei jeder Berührung der mit dem Nerven zusammenhängende Muskel. Wird jedoch der Nerv an einer Stelle unterbunden, so kann derselbe aus keiner, ober der Ligatur belegenen Stelle des Nerven mehr mit Erfolg gereizt werden; die erwähnten Erscheinungen treten jedoch bei Berührung des Nerven unterhalb der ligirten Stelle klar zu Tage. Daraus folgt, dass die anatomische Continuität für die Nervenleitung nothwendig ist; dass somit der Nerv zur Uebertragung des Reizes auf den Muskel in seinem ganzen Verlaufe intact sein müsse; hingegen dass der an einer Stelle gereizte Nerv in seiner Totalität nicht plötzlich in Erregung versetzt wird, sondern diese sich von der gereizten Stelle von einem Theile zum andern, durch den ganzen Nerven bis zum Muskel erstreckt.

Ein Cardinalprincip für die Nerventhätigkeit ist ferner, dass die Reizbarkeit in den Nervenfasern — die Leitung — isolirt sei, d. h. die Erregung der einen Nervenfaser nicht auf eine andere übergehe, wenn letztere in das Reizungsgebiet nicht einbezogen wurde. Dieses Gesetz wird: „das Gesetz der isolirten Leitung im Nerven“ genannt.

So theilt sich z. B. der N. ischiadicus beim Frosche im mittleren Drittheile des Schenkels in 2 Aeste: den N. tibialis und den N. peroneus. Wird der letztere gereizt, so contrahiren sich blos die durch denselben innervirten Muskeln, nicht aber der durch ersteren versorgte M. gastrocnemius.

Der Nerv kann ferner nicht nur mittelbar in den Organen, sondern auch selbständig an jeder Stelle seines Verlaufes in Erregung versetzt werden; Man nennt diese Eigenschaft des Nerven: „das Gesetz der selbständigen Erregbarkeit des Nerven.“

Die elektrische Reizung des Nerven.

Wird auf den Nerven der constante elektrische Strom (von den Elementen einer Daniel'- oder Bunsen'schen Batterie) ge-

leitet, so bemerkt man im Nerven selbst keine Veränderung, ebensowenig in dem mit ihm zusammenhängenden Muskel; doch zuckt der betreffende Muskel bei jeder Unterbrechung des Stromes, oder beim Wiederansetzen der Leitung.

Im Nerven pflanzt sich die Erregung mit kleiner Geschwindigkeit fort. Obschon Johannes Müller (1844) den Ausspruch that: „wir werden wohl nie die Mittel gewinnen, die Geschwindigkeit der Nervenwirkung zu ermitteln" ..., so wurde dieselbe sechs Jahre darauf bereits für den Frosch festgestellt. Für die motorischen Nerven des Frosches setzte Helmholtz die Fortpflanzungsgeschwindigkeit mit 26 bis 27 Meter in der Secunde fest; für sensible Nerven Schelske auf 25—31 Meter, Kohlrausch im Mittel sogar auf 94 Meter; hingegen fand sie Wittich zwischen 34—44 Meter schwankend. — Sie wird durch niedere Temperaturen verringert, durch Steigerung der Temperatur erhöht, und ist desshalb auch bei Warmblütern grösser (30—33 Meter in der Secunde), als bei Kaltblütern. —

Erfolgt die Reizung des Nerven dermaassen rasch hintereinander, dass sein Muskel keine Zeit findet, sich in den Intervallen zwischen den einzelnen Reizungen auszudehnen, so verfällt dieser in constante Contraction oder Tetanus (Starrkrampf). Wie bereits bei den Muskeln erwähnt wurde, genügen hiezu 16 in der Secunde hintereinander folgende Reize.

Nacheinanderfolgende mechanische Reizungen des Nerven bringen in den entsprechenden Muskeln ebenfalls Tetanus hervor. Zu diesem Zwecke construirte Heidenhain seinen Tetanomotor. Es ist dies ein, durch Elektricität in Bewegung versetzter Elfenbeinhebel (Hammer), welcher auf den in einer Elfenbeinvertiefung ruhenden, mit dem Muskel noch verbundenen Nerven rasche und gleichmässige Schläge ausführt.

Die Grösse der Zuckung steht mit dem Grade der Erregung, der Intensität derselben, bei elektrischer Reizung im geraden Verhältnisse. Bei bestimmten Stromstärken erhalten wir ein Maximum der Zuckung; wird der Strom über dies Mass verstärkt, so werden die Zuckungen stetig kleiner. Der Nerv wird dann „ermüdet, abgespannt" genannt, er hat seine Reizbarkeit verloren. Die Stärke des Tetanus hängt ebenfalls von der Intensität der Reizung ab. Die Reizbarkeit des Nerven, also jene Eigenschaft, vermöge welcher derselbe auf Reize reagirt, oder in dem mit ihm zusammenhängenden Muskel Zuckungen auslöst, ist um so stärker, ein je geringerer Reiz nöthig war, in ihm diese Wirkung geltend zu machen; und selbstredend ist die Reizbarkeit um so schwächer, je grössere Reize blos die gleiche Wirkung hervorzubringen vermochten.

Den Grad der Reizbarkeit erfährt man, wenn am Inductions-

apparate (Du Bois-Reymond'scher Schlittenapparat) die primäre Entfernung der secundären Spirale aufgesucht wird (wie bekannt, kann die secundäre Spirale nicht nur der primären genähert, sondern auf dieselbe geschoben werden, wodurch dann der Inductionsstrom der secundären Spirale verstärkt wird), bei welcher die Oeffnungszuckung (die bei Unterbrechung des Stromes eintretende) eben noch minimal klein ist. Wird nun der Grad der Reizbarkeit an verschiedenen Stellen des Nerven mit den Elektroden geprüft, so findet man — wie dies von Pflüger constatirt wurde —, dass die Reizbarkeit an den höher belegenen Parthien des Nerven grösser ist, als an den dem Muskel näher stehenden; oder: um von der dem Muskel entfernter belegenen Parthie des Nerven eine minimale Zuckung zu erzielen, sind schwächere Ströme nothwendig, als bei Reizung der dem Muskel näher liegenden Theile. — Soll aber nach einiger Zeit die locale Reizbarkeit des Nerven bestimmt werden, so findet man, dass die Reizbarkeit an den vom Muskel entfernteren Stellen zuerst verändert wird, und zwar wird diese immer schwächer, bis zu jener Grenze, wo man von dieser Stelle auch mit dem stärksten Inductionsstrom in dem mit dem Nerven zusammenhängenden Muskel keine Zuckungen mehr zu erzielen im Stande ist. Diese Eigenschaft, welche sich gegen den Muskel zu verbreitet und schliesslich dahin führt, dass von keiner Stelle des Nerven mehr Reize mit Erfolg ausgelöst werden können, wird als „Absterben des Nerven“ bezeichnet; der Muskel bleibt hiebei noch erregungsfähig, weil er länger functionsfähig ist, als der Nerv. Die Thatsache, dass der Nerv am centralen Theile rascher abstirbt, welcher Zustand sich gegen die Peripherie zu verpflanzt, bezeichnet man als das: „Ritter-Valli'sche Gesetz“. Die Reizbarkeit des Nerven wird von mancherlei Umständen beeinflusst; voran von der Temperatur: so geht dieselbe bei 44° C. binnen 15 Minuten, bei 75°C. in einigen Augenblicken verloren; hingegen kann in Zimmertemperatur und bei Verhinderung des Austrocknens der dem Musc. gastrocnemius nahe liegende Theil des N. ischiadicus durch 1—3 Tage erregungsfähig bleiben. Nach Troitzky ist bei 10—20° C. im Froschnerven die Geschwindigkeit der Leitung des Reizes am grössten. Von Einfluss sind ferner Ruhe und Function, ebenso nach Einigen die Reizintensität (obschon letztere bezüglich der motorischen Nerven vom Frosche von J. Rosenthal und Lautenbach in Abrede gestellt wird). Die Geschwindigkeit der Leitung hängt ferner von der Länge der durchlaufenen Strecke (Helmholtz), ebenso auch von der galvanischen Durchströmung ab (Munk, Bezold, Rutherford, Wundt, Baxt und Rosenthal). Langandauernde und stärkere Bewegung erschöpft den Nerv, derselbe wird dann müde. Nach erfolgtem Ausruhen wird derselbe neuerdings reizungs-

fähig. Schliesslich ist die normale Ernährung desselben auf die Reizbarkeit ebenfalls vom Einflusse. —

Das alte Experiment von Stenon, obschon es neuerer Zeit eine anderweitige Deutung erhielt, illustrirt die Richtigkeit dieser Behauptung vortrefflich. Wird eine versteckte Nadel mit einem Bande um die Aorta des lebenden Kaninchens derartig geführt, dass an einer Seite der Wirbelsäule eingestochen und das Band auf der andern Seite herausgeleitet wird, so kann das Thier insolange die hinteren Extremitäten nicht bewegen, als die Aorta stark unterbunden, d. h. durch das Band an die Wirbelsäule gepresst wird; lässt man mit dem Drucke nach, so stellt sich die Motalität wieder her. Man erklärte diese Thatsache in der Weise, dass beim Unterbinden sowohl die Muskeln als auch die Nerven nicht genügend mit Blut versorgt und dadurch functionsunfähig wurden.

Wirkung des elektrischen Stromes auf den Nerv.

Bei Durchleitung eines constanten Stromes durch den Nerven verändert sich dessen Erregbarkeit in verschiedener und bemerkenswerther Weise.

Faraday — dem sich bezüglich der Nomenclatur und Uebertragung auf den Nerven sämmtliche bedeutende Elektrophysiker — anschlossen, nennt die positive Elektrode, oder diejenige, durch welche der constante Strom eintritt: Anode; die negative, durch welche der Strom austritt: Kathode; jenen Zustand, welcher in der durchströmten Substanz durch die Elektricität hervorgerufen wird: Elektrotonus. Es gelangt somit der durch einen elektrischen Strom durchströmte Nerv ebenfalls in „Elektrotonus", er wird elektrotonisch. Diese Wirkungen beobachtete Ritter (1802), als er fand, dass bei Durchleitung starker Ströme auf beide Arme in dem in aufsteigender Richtung durchströmten Arme gesteigerte, in dem in absteigender Richtung durchflossenen hingegen verminderte Motalität hervorgerufen wurde. Die erste reine Beobachtung führte jedoch Valentin (1848) aus, noch weiter ausgebildet wurde die Lehre von Eckhard (1857), bis schliesslich Pflüger durch Vervollkommnung der Methoden und Experimente dieselbe in ein Gesetz zusammenfasste, welches folgendermassen lautet:

„Der den Nerv durchströmende constante elektrische Strom vermindert an der *Anode* die Nervenerregbarkeit = *Anelektrotonus*; vermehrt dieselbe hingegen an der *Kathode* = *Katelektrotonus*."

Die Veränderungen sind am grössten in der unmittelbaren Nähe der Anode und Kathode und nehmen nach auf- und abwärts im Nerven immer mehr ab. An den intrapolaren Strecken gibt es ebenfalls bei der Anode einen Anelektrotonus; und bei der Kathode einen Katelektrotonus; beide schwinden bis zur Mitte der intrapolaren Strecke und werden daselbst gleich Null; wesswegen dieser Punkt: der neutrale

Punkt genannt wird. Dieses Gesetz gilt sowohl für die elektrischen, als auch für die mechanischen, chemischen und physikalischen Reize. —

Je stärker der constante, sogen. elektrotonisirende Strom ist, um so weiter erstrecken sich über die Pole hinaus die Erregbarkeits-Modificationen. Bei starken Strömen wird der neutrale oder wirkungslose Punkt in der intrapolaren Strecke gegen die Kathode näher gerückt; bei schwachen hinwieder gegen die Anode. Diese Verhältnisse werden durch Fig. 159 veranschaulicht, in welcher *K* die Kathode, *A* die Anode, *ii* den Nerv, die Curve *e* die Wirkung des starken, *gy* des schwachen und *k* des mittelstarken Stromes bedeutet. Zwischen *A*—*K* ist die intrapolare Strecke.

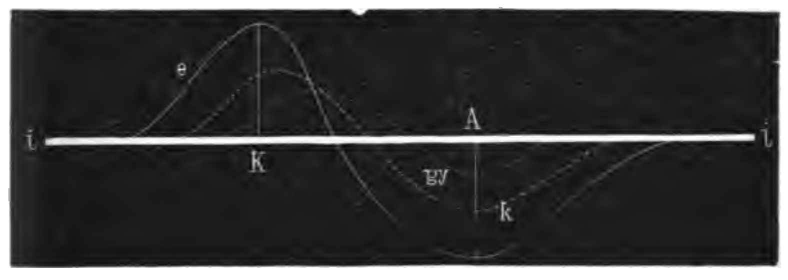


Fig. 159. Darstellung der Veränderungen der Nervenerregbarkeit bei schwachen (*gy*), mittelstarken (*k*) und starken (*e*) elektrischen Reizen; *ii* = Nerv; *K* = Kathode; *A* = Anode.

Wächst der constante Strom — wie dies Pflüger und Bezold nachgewiesen — stark an, so vermindert sich nicht allein die Erregbarkeit, sondern auch die Leistungsfähigkeit des im Anelektrotonus befindlichen Nerven bedeutend, dermassen, dass der anelektrotonische Theil vollkommen leitungsunfähig wird.

Doch ist ferner die Wirkung des constanten Stromes nicht nur von dessen Stärke, sondern auch von dessen Richtung bedingt und ändert sich, je nachdem sogen. auf- oder absteigende Ströme in Verwendung gezogen werden.

Als aufsteigenden Strom bezeichnen wir denjenigen, dessen Richtung im Nerven von dem Muskelende gegen das centrale — freie — Ende gerichtet ist; wenn also die Elektroden derartig angelegt sind, dass der positive Pol näher dem Muskel an den Nerv applicirt ist, als der negative; als absteigenden hingegen den in entgegengesetzter Richtung, also den gegen den Muskel zu verlaufenden Strom.

Nach der Stärke und Richtung des Stromes treten die Zuckungen in folgender Weise auf: Auf- und absteigende schwache Ströme bringen blos bei Schliessung des Stromes eine Zuckung hervor (Schliessungszuckung). Bei Verstärkung des Stromes treten nach und nach Oeffnungszuckungen

(bei Unterbrechung des Stromes) auf, welche schliesslich mit den Schliessungszuckungen gleich stark werden. Wird der Strom noch verstärkt, so vermindern sich bei aufsteigendem Strome die Schliessungs-, bei absteigendem die Oeffnungszuckungen; schliesslich tritt bei einer bestimmten Höhe der Stromesstärke nurmehr bei Schliessung des absteigenden, und Oeffnung des aufsteigenden Stromes eine Zuckung ein.

Dieses sogen. Zuckungsgesetz Pflüger's wird durch die folgende Tabelle veranschaulicht:

Stromstärke	Aufsteigender Strom		Absteigender Strom	
	Schliessung	Oeffnung	Schliessung	Oeffnung
schwach	Zuckung	Ruhe	Zuckung	Ruhe
mittelstark	Zuckung	Zuckung	Zuckung	Zuckung
stark	Ruhe	Zuckung	Zuckung	Ruhe oder schwache Zuckung

Pflüger, und von ihm unabhängig Chauveau, drücken die Erscheinungen des Zuckungsgesetzes in folgenden Sätzen aus: Der Strom erregt den Nerv stets nur an einer Elektrode, und zwar beim Schliessen des Stromes an der Kathode, bei Oeffnung desselben an der Anode. Das Zuckungsgesetz kann aus dieser Aufstellung folgenderweise abgeleitet werden: Bei mittelstarken Strömen, also solchen, die die Leitungsfähigkeit des Nerven in keinerlei Weise beeinflussen. wird jede Erregung des Nerven eine Muskelzuckung hervorrufen. welche wir demnach in allen 4 Fällen vorfinden. Bei starken Strömen hingegen ist bei Schliessung des Stromes die anelektrotonische Stelle, besonders diejenige der Anode leitungsunfähig, bei Oeffnung des Stromes leitet wieder der Kathodenabschnitt nicht; folglich übersteigt die Erregung bei Schliessung nicht die Anode, beim Oeffnen aber nicht die Kathode; es bringen somit starke aufsteigende Ströme keine Schliessungs-, starke absteigende Ströme keine Oeffnungszuckung hervor, d. h. die ersteren bewirken blos Oeffnungs-, die letzteren blos Schliessungszuckungen. Bei sehr schwachen Strömen — obschon die Leitung unbehindert ist — werden schliesslich nur ganz besonders wirkende Reizzustände noch Zuckungen auslösen. Doch ist es bekannt, dass die Reizung der oberen Nervenabschnitte wirkungsvoller, als die der unteren; ferner dass nach Pflüger die

Schliessungszuckung stärker, als die Oeffnungszuckung ist. Auf erstgenannte Einflüsse werden schwache, aufsteigende Ströme leicht Schliessungszuckungen, hingegen schwache absteigende beim Oeffnen des Stromes ebenfalls Zuckungen; durch den zweiten Umstand beide Stromrichtungen sehr leicht Schliessungszuckungen hervorrufen. Es combinirt sich somit die Wirkung beider Umstände bei schwachen aufsteigenden Strömen derartig, dass die Schliessungszuckung des aufsteigenden Stromes stets auch die erste Wirkung desselben darstellt. Beim absteigenden Strome befördert die Erregungsstelle: die Oeffnungszuckung; das Wesen der Reizung: die Schliessungszuckung. Letzterer Umstand kommt zumeist, oft jedoch auch der erste zur Geltung.

Dem Umstande, dass sich der Schliessungsreiz an der Kathode, der Oeffnungsreiz an der Anode entwickelt, gab Pflüger in folgendem Satze Ausdruck: „Die Nervenstrecke wird durch das Zustandekommen des Katelectrotonus und durch das Verschwinden des Aneletectrotonus erregt." Ein Reiz entsteht sonach durch das Auftreten einer stärkern Erregung und das Aufhören der kleinern schwächern Erregbarkeit, oder aber durch die plötzliche Veränderung der Erregung in beiden Fällen; wobei es sich herausstellt, dass je rascher diese Veränderungen aufeinander folgen, der Nerv um so leichter erregt wird. Dies bezieht sich hauptsächlich auf elektrische Reize.

Von Bedeutung ist ferner die Eigenschaft des Nerven sogen. secundäre Zuckungen auszulösen. Wird auf ein Froschschenkel- oder Muskelnervenpräparat der Nerv eines zweiten und zwar des Muskels (M. gastrocnemius) in der Weise aufgelegt, dass ein Theil des letzteren die Sehne, der andere Theil aber die Muskelsubstanz des ersten Präparates berührt, so bildet der Nerv des zweiten einen Ableitungsbogen, welcher den negativen Querschnitt und positiven Längsschnitt des ersten Muskelpräparates verbindet, wesswegen der Strom durch den Nerven durchgeleitet wird. Die Einwirkung dieses Stromes gestaltet sich beim Auflegen auf die Muskeln des ersten Präparates zu einem Reize für den Nerven des zweiten Präparates; und löst in demselben Zuckungen aus (Zuckung ohne Metall von Volta). Wird nunmehr der Nerv des ersten Präparates erregt und sein Muskel in Zuckung versetzt, so zuckt auch der Muskel des zweiten Präparates; der Muskelstrom des ersten Präparates zeigt hiebei negative Stromschwankung (s. u.); diese Schwankung tritt auch im ableitenden Nerven des zweiten Präparates auf und zuckt bei plötzlicher Stromverminderung desselben der dazu gehörige Muskel.

Beim Tetanisiren des ersten Präparates geräth der Muskel des zweiten ebenfalls in Tetanus. Daraus folgt, dass im tetanisirten Muskel rasch hintereinander auftretende Schwankungen

seines eigenen Stromes vorhanden sind; derartige Stromintensitätsschwankungen können blos durch eine Erregung im Nerven des zweiten Präparates zu Stande gebracht werden. Schliesslich ist es demzufolge sichergestellt, dass der im Tetanus verharrende Muskel in stetiger innerer Bewegung ist. Die Gesetze der Nervenerregbarkeit gelten — wie erwähnt — auch auf ausserelektrische Reize. Wenn auf den Nerven durch stetiges Zusammenziehen eines um ihn ligirten Fadens ein langsam wirkender Druck ausgeübt wird, so tritt hiebei die merkwürdige Erscheinung ein, dass trotz totaler Zertrümmerung des Nerven der mit ihm verbundene Muskel nicht zuckt; hingegen lösen die kleinsten rasch aufeinander folgenden Zerrungen, oder ebensolche Zertrümmerung des Nerven Muskelzuckungen aus. Aus dem folgt, dass „der Nerv so oft in Erregung versetzt wird, als eine rasche Alteration seines (wahrscheinlich moleculären) Zustandes eintritt."

Es ist weiter oben bemerkt, dass der Muskel sowohl auf die an ihn, aber auch auf die an seinem zugehörigen Nerven applicirten Reize gleichmässig antwortet. Es frägt sich nun, welche Unterschiede bestehen zwischen der erstern oder directen, und der letztern oder indirecten Erregung?

Rosenthal hat erwiesen, dass dem Nerv eine höhere specifische Erregbarkeit zukommt, als dem Muskel, d. h. man ist im Stande mit einem Strome von gewisser Stärke, welcher auf den Muskel direct applicirt keine Zuckung hervorruft, eine solche durch Anlegen desselben an den zum Muskel führenden Nerv hervorzurufen; hingegen erhält der Muskel seine Functionsfähigkeit viel länger als der Nerv; so dass, wenn von keiner Stelle des zum Muskel führenden Nerven mehr eine Zuckung durch Erregung hervorgerufen wird, eine solche bei directer Reizung des Muskels dennoch erzielt wird.

Es bliebe nach dem Gesagten noch zu erörtern, ob die applicirten Reize, wenn die Application direct auf den mit Nerven nicht zusammenhängenden Muskel geschah, eben nur die Muskeln treffen; oder ob zugleich eine Miterregung der in den Muskeln verlaufenden feinsten Nervenäste stattfindet? Die Frage stellt sich somit auch: besitzt der Muskel eigene Erregbarkeit (Muskelerregbarkeit) ohne jeden Nerv, oder aber kommt auch hier die Nervenerregbarkeit zur Geltung?

Obschon bereits Haller von Muskelerregbarkeit spricht, so gelang der Nachweis derselben auf Grund gelungener Experimente erst Kühne; welcher wahrnahm, dass einzelne chemische Reize blos auf den Muskel, nicht aber auf den Nerven wirken, so z. B. das Ammoniak, dessen feinste Dünste (so noch auch das im Tabakrauche enthaltene geringe Ammoniak) auf die Muskeln als Reiz wirkt, hingegen auf die Nerven nicht. Hingegen ruft

Milchsäure und reines Glycerin starken Tetanus im Muskel hervor, wenn sie auf den mit letzterm zusammenhängenden Nerven applicirt werden; sie sind jedoch allein auf den Muskel gebracht, wirkungslos. Vom Curara ist es erwiesen, dass es blos auf die intramusculären Nervenenden lähmend wirkt. Der Muskel curarisirter Thiere reagirt jedoch auf jeden Reiz zum Zeichen dessen, dass der Muskel durch eben diesen vom Nerven unabhängig in thätigen Zustand versetzt werden kann; anders: dass es in der That eine Muskelerregbarkeit gibt. Dasselbe lehrt auch die rasche und energische Reizung des lebenden Muskels; wird z. B. der M. biceps des Armes mit der Kante der Hand oder eines Gegenstandes mit rascher Geschwindigkeit und Stärke getroffen, so contrahirt er sich bauchig an einer Stelle mit grosser Energie; man bezeichnet diesen Zustand als idiomusculäre Contraction.

Man bekommt diese idiomusculären Bewegungen an den Bauch- und Hautmuskeln frisch geschlachteter Thiere besonders schön (ausgezeichnet sah dies Verfasser an der Hautmuskulatur des Igels, welche zum Zwecke der Stachelbewegung in diesem Thiere besonders entwickelt vorkommen), wenn wir die Muskeln mit einer Nadel oder Messerspitze quer auf die Faserzüge streifen.

Eigene Elektricität der Nerven.

Der Nerv kann nicht blos durch den elektrischen Strom in Erregung versetzt werden, sondern besitzt auch eigene elektromotorische Kraft, deren Identität, von Du-Bois Reymond sowohl im Nerven, als auch im Muskel nachgewiesen ist. Wird mittelst nicht polarisirender Elektroden der eigene Strom eines ausgeschnittenen Muskels oder Nervenstückes an ein Galvanometer (s. allgem. Theil) geführt, so lenkt er die Magnetnadel ab. Jeder Punkt des natürlichen Längsschnittes eines Nerven — zwischen beiden Querschnitten belegen — ist im Vergleiche zu jedem Punkte des Querschnittes stark positiv. Zwei von der Mittelaxe gleich abstehende, sogen. symmetrische Punkte, besitzen gleiche, zwei asymmetrische Punkte hingegen ungleiche elektromotorische Kraft. Es ist demnach der Längsschnitt eines Nerven immer positiv — der Querschnitt negativ elektrisch; in der Mitte des Längsschnittes aber herrscht die grösste positive Spannung. — Auch das kleinste frische Nerven- oder Muskelstückchen besitzt elektromotorische Kraft; mit dem Absterben hören die elektrischen Eigenschaften beider auf.

Die elektromotorische Kraft des Nerven scheint grösser zu sein, als diejenige des Muskels, und beträgt für den N. ischiadicus des Frosches bei stärkstem Elektrotonus $^1/_{50}$ der elektromotorischen Kraft eines Daniel'schen Elementes; hingegen die des etwa 8mal dickern Musc. cutaneus femoris blos $^1/_{20}$ bis

$^1/_{12}$ des gleichen Elementes. Nach Steiner wird die elektromotorische Kraft des Froschnerven in einer Temperatur über 2° C. erhöht.

Wird ein Nerv, dessen Längen- und Querschnitt man durch einen ableitenden Bogen mit dem Galvanometer verband, von einem constanten Strome durchströmt, so treten in den elektromotorischen Eigenschaften desselben, den bereits oben besprochenen Erregungsschwankungen ähnliche, zu Tage. Erstere werden als physiologischer, jene als physikalischer Elektrotonus bezeichnet, d. h. ein jeder Punkt des Nerven tritt mit Beibehaltung seines selbständigen Stromes zu dem durchgeleiteten in thätigen Zustand. Ist demnach der ruhende Nervenstrom mit dem elektrotonisirenden Strome von gleicher Richtung, so tritt eine elektrotonische Verstärkung oder positive Phase; bei entgegengesetzter Richtung eine Abschwächung ein, die negative Phase. Sämmtliche Punkte des Nerven an der Anode werden dann stärker positiv — die an der Kathode belegenen mehr negativ als vorher. Die elektrotonische Veränderung wird um so grösser, je stärker der Strom des ruhenden Nerven gewesen, und tritt auch dann hervor, wenn zwei symmetrische Punkte, welche früher am ruhenden Nerven keinen Strom gaben — in diesem Falle mit den Polen der ableitenden Bogen berührt werden.

Unter der vom Nerven ausgehenden secundären Zuckung wird jene verstanden, welche eintritt, wenn der Nerv eines Muskelnervenpräparates auf einen zweiten muskellosen Nerven gelegt und durch den letzteren — obschon die Continuität der Leitung zwischen den Nerven unterbrochen ist — ein constanter Strom durchgeführt wird. Man hat dafür folgende Erklärung: Der vom Strom durchgesetzte zweite Nerv kommt in Elektrotonus, die dadurch entstandene Stromspannungs-Modification bringt in dem Strome des auf ihm liegenden und einen Ablenkungsbogen bildenden ersten Nerven eine plötzliche Veränderung hervor, worauf dessen Muskel zuckt. Auf ebensolche Weise kann auch die sogen. paradoxe Zuckung erklärt werden. Wird von den beiden Aesten des N. ischiadicus blos der N. tibialis mittelst constanten Stromes erregt, so zuckt beim Oeffnen und Schliessen gleichzeitig auch die vom N. peroneus innervirte Muskulatur. Diese Art der Zuckung wurde als paradox benannt, weil sie gegen die Gesetze der Lehre der isolirten Erregbarkeit und Leitung zu sprechen scheint, nach Obigem ist der scheinbare Widerspruch leicht zu lösen.

Bemerkenswerth ist ferner die gleichfalls von Du-Bois Reymond constatirte Thatsache, dass bei Ableitung des Nervenstromes am Längs- und Querschnitte und gleichzeitiger Erregung der Nerven, der eigene Strom des Nerven eine Abschwächung erfährt. Dieselbe kann bei mannigfachen Reizen einen so hohen Grad erreichen, dass der Nervenstrom in die entgegengesetzte Richtung des im ruhenden Muskel befindlichen Stromes versetzt wird. Man bezeichnet diesen Zustand des Nervenstromes als negative Schwankung.

Aus den Untersuchungen stellt sich ferner heraus, dass die negative Schwankung des Nervenstromes und dessen Erregbarkeit miteinander in Wechselwirkung stehen. Die Untersuchungen von Du-Bois Reymond über die negativen Stromschwankungen hatten denselben verleitet, der Art der Leistungsfähigkeit im Nerven nachzuforschen und zu sehen, ob dieselbe blos in einer oder in beiden Richtungen erfolge? Der directe Nachweis dessen wäre sehr schwer, da die Leitung in einem motorischen Nerv ebenso gut vom Centrum gegen den Muskel, als umgekehrt erfolgen kann; und während man jene an der Muskelthätigkeit zu erkennen vermag, ist uns die Einsichtnahme in die Function der Centralorgane und eine Darstellung derselben versagt.

Zur Erörterung dieser Frage haben Philippeaux und Vulpian nach der Methode Bidder's beim Hunde den motorischen N. hypoglossus und den sensiblen N. lingualis der Zunge am Halse durchschnitten und hierauf den centralen Stumpf des N. lingualis mit dem peripheren Ende des N. hypoglossus zusammengenäht, die beiden anderen Stümpfe jedoch eine Strecke weit exstirpirt. Die genähten Ende heilten zusammen und trat bei Reizung des N. lingualis oberhalb der Narbe eine Contraction der Zungenmuskeln — bei Erregung des N. hypoglossus unterhalb der Narbe, Schmerzäusserung des Thieres auf. Daraus konnte nun das Gesetz der doppelten Leitungsrichtung abgeleitet, doch gegen das Experiment auch der Vorwurf erhoben werden: dass es nicht ausgeschlossen erscheint, ob nicht Fasern der Chorda tympani mit denen des N. lingualis verwachsen gewesen und so die Contraction der Zunge bei Reizung oberhab der Narbe eingetreten sei, was freilich gegen die doppelseitige Leitung spräche. Dem gegenüber löste Du-Bois Reymond die Frage durch den Nachweis, dass die negative Stromschwankung in jedem Rückenmarksnerven von der Erregungsstelle sich sowohl nach auf- als nach abwärts gleichmässig fortpflanzt. (Ueber die elektrischen Organe der Fische und die Elektricität derselben s. im allg. Theile).

Chemische Veränderungen der Nervensubstanz während der Function.

Unser Wissen über die Modificationen der functionirenden Nervensubstanz ist sehr gering. Bei Besprechung der chemischen Zusammensetzung des ruhenden Nervensystems haben wir gesehen, dass die weisse Substanz des Gehirnes und Rückenmarkes, nach Ranke, Funke und Gscheidlen, ferner auch die normalen Nervenfasern alkalische Reaction zeigen, dass dieselbe jedoch bei gesteigerter Thätigkeit, oder auf 45—50^0 erhitzt, in saure

Reaction übergeht (Funke, Ranke). Die graue Substanz hingegen reagirt normal stets sauer (Gscheidlen).

Nach L. Liebermann steht geistige Thätigkeit und die Menge der in Aether löslichen Substanzen miteinander im Verhältnisse. Diese Substanzen (Cholesterin, phosphorhaltige Fette, Oleophosphorsäure u. s. f.) sind sämmtlich Producte retrograder Stoffveränderungen; aus welchem Grunde die Aetherextractivstoffe mit der Gehirnfunction in Verbindung gebracht werden können. Darauf weist auch der Umstand, dass dort, wo noch keine Leistung geistiger Arbeit erfolgte, z. B. beim Embryo, mehr Wasser und wenig Aetherextractivstoffe gefunden werden (dasselbe wurde auch bei Thieren constatirt, bei welchen die Menge der Aetherextractivstoffe von der Stufe der Ausbildung abhängt).

Die Medulla oblongata ist an genannten Extractivstoffen sowohl beim Menschen als bei Thieren sehr reich; um das Doppelte reicher als das Gehirn ist das Rückenmark, doch wieder auch wasserärmer. Die stetige Thätigkeit des verlängerten Rückenmarkes, man könnte sagen, der constante Erregungszustand der Medulla oblongata — bei den verschiedensten vom Willen des Menschen und des Thieres unabhängigen Functionen — erklärt das Ueberwiegen der Menge der mit Aether extrahirbaren Substanzen zur Genüge.

Im Laboratorium von Herrn Prof. Dr. P. Plósz wurde nach elektrischer Reizung des Rückenmarkes von Thieren Vermehrung der Phosphorsäure im Urin bemerkt. Liebermann und Azary fanden nach zahlreichen quantitativen Analysen im Harne von an Zuchtlähme erkrankten Pferden mehr Phosphorsäure als in demjenigen von gesunden. Die von den Genannten gemeinsam ausgeführten Harn-Analysen von Hengsten vor und nach dem Sprungakte ergaben als bemerkenswerthes Resultat: dass in dem nach dem Sprungakte gesammelten Harne die Phosphorsäure bedeutend überwiegt, als in dem desselben Thieres vor dem Sprunge. Ziehen wir in Betracht, dass bei an Zuchtlähme erkrankten Pferden eine gesteigerte Thätigkeit des Rückenmarkes [wegen Myelitis (nach des Verfassers Untersuchungen)] zugegen ist, und dass gerade im Harne dieser, die Phosphorsäure vermehrt gefunden wurde, ebenso wie bei Thieren nach dem Sprungakte; dass also bei grösserer Inanspruchnahme des Nervensystems auch die Phosphorsäure im Urin wächst, so kann mit Recht gefolgert werden: dass die Erscheinung grösserer Menge von Phosphorsäure auf eine gesteigerte Nerventhätigkeit in diesen Fällen hinweist.

Structur und Function des Centralnervensystems.

Structur des Gehirns.

Das Centralnervensystem wird durch das Grosshirn (Cerebrum Fig. 160 *H*), das Kleinhirn (Cerebellum, *Cb*), das verlängerte Mark (Medulla oblongata, *Mo*), die Varolsbrücke (Pons Varoli) und das Rückenmark (Medulla spinalis) gebildet.

Auf embryologischer Basis erhalten die einzelnen genannten Theile des Centralnervensystems andere Benennungen, so unterscheidet man zwischen: Grosshirn (secundäres Vorderhirn, Hemisphärenhirn), Zwischenhirn (oder primäres Vorderhirn), Mittelhirn, Hinterhirn (Brücke und Kleinhirn) und Nachhirn; oder zwischen Gehirnstamm (oder Stammtheil) und Grosshirn (oder Manteltheil).

1. Das Nachhirn wird durch den Deckel des 4. Gehirnventrikels (Obex, Lingula), die Kleingehirnschenkel, das verlängerte Mark und die 4. Gehirnkammer gebildet. (Das hintere und das Nachhirn zusammen geben das primäre Hinterhirn; das Hinterhirn wird anders auch secundäres Hinterhirn genannt).

2. Das Hinterhirn (secundäres Hinterhirn) setzt sich aus der Brücke, den Kleinhirn-Brückenschenkeln, dem Processus cerebelli ad cerebrum, dem 4. Hirnventrikel, dem Kleinhirn und dem vordern und hintern Marksegel zusammen.

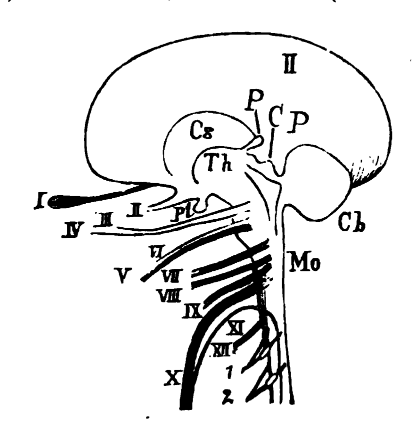


Fig. 160. Bau des Centralnervensystems und Ursprung der 12 Hirnnerven, schematisch dargestellt; nach Huxley. *H* = Hemisphäre; *Cs* = Corpus striatum; *Th* = Thalamus opticus: *P* = Glandula pinealis; *C* = Corpora quadrigemina; *Cb* = Cerebellum; *Mo* = Medulla oblongata in das Rückenmark übergehend; *pt* = Glandula pituitaria s. Hypophysis cerebri; I = N. olfactorius; II = N. opticus; III = N. oculomotorius; IV = N. trochlearis; V = N. trigeminus; VI = N. abducens; VII = N. facialis; VIII = N. acusticus: IX = N. glossopharyngeus; X = N. vagus; XI = N. accessorius Willisii; XII = N. hypoglossus; 1, 2 = erster und zweiter Rückenmarksnerv.

3. Das Mittelhirn. Der Dorsaltheil desselben erstreckt sich von der Wurzel der Glandula pinealis bis zur Lingula des Kleinhirnes, seine Basis hingegen um die Corpora mamillaria bis zum vordern Rande der Brücke (man fasst damit aber auch die Hirnschenkel und die Lamina perforata posterior zusammen, obschon dies derjenige Hirnabschnitt ist, welcher sich vom vordern Rande der Brücke bis zum Ursprunge des Oculomotorius erstreckt). Hierher gehören ferner die Corpora quadrigemina, der Laqueus, die Bindearme, das Corpus geniculatum mediale und die Sylvius'sche Wasserleitung.

4. Das Zwischenhirn (primäres Vorderhirn, Thalamencaphalon, Stamm des Vorderhirns) wird gebildet durch die dritte Gehirnkammer, den Thalamus opticus, das Corpus striatum, den Boden des dritten Hirnventrikels, die Glandula pinealis, die hintere Comissur, das Infundibulum, die Lamina perforata posterior, die Corpora mamillaria, das Tuber cinereum, Hypophysis cerebri und das Chiasma N. optici.

5. Das Grosshirn (secundäres Vorderhirn) oder Hemisphärenhirn besteht aus den Hemisphären, den grossen Hirncomissuren (vordere Comissur), dem Corpus callosum (Trabs cerebri, Comissura cerebri maxima), dem Fornix, dem Septum pellucidum (Septum lucidum, Septum), der Lamina perforata anterior, der Insula (mit dem Nucleus caudatus et lentiformis), dem Lobus olfactorius und den Seitenventrikeln.

Das Grosshirn (Cerebrum) wird durch eine dorsale Längsfurche (mediale Mantelfurche) in zwei Hirnhemisphären (Hemisphaerae cerebri Fig. 160 *H* und Fig. 161 I *BJ*) beim Menschen,

den Säugethieren und den Vögeln getheilt, diese aber wieder durch feinere und gröbere Einschnitte (Sulci seu Fissurae) in Lappen (Lobi) und Windungen (Gyri) eingeordnet.

Bei mehreren niedrig stehenden Wirbelthieren sind keine Windungen am Gehirn vorhanden; man nennt solche dann Glatthirnige (Lissencephala, Nager und Vögel), die mit Windungen ausgestatteten hingegen mit Windungen versehene: Gyrencephala.

Die Hemisphären umhüllen mantelförmig [Fig. 161 (I, *BJ*)] (Hirnmantel) die Ganglien des Gehirns (die Ganglienmasse der Hemisphärenbasis, Hirnstamm) und zwar: die Sehhügel (Thalami optici (II *T*), die Streifenhügel [Corpus striatum (II, III *cs*)], mit dem geschweiften- (Nucleus caudatus) und dem Linsenkern (Nucleus lentiformis) und dem Vierhügel [Corpora quadrigemina (II *fi—ai*)]. Das Mittelstück der Hirnstammbasis geht mittelst der Varolsbrücke und den Schenkeln in die Medulla oblongata (*mo*), diese wieder in das Rückenmark (Medulla spinalis) über. Der sogen. Centralkanal des Rückenmarkes weitet sich im obern Theile des verlängerten Markes (*mo*) aus, und bildet unter dem Kleinhirn die mit wenig Marksubstanz, dem vordern und hintern Marksegel (Velum medullare anticum et posticum) bedeckte Rautengrube (Fossa v. Sinus rhomboideus), auch vierte Gehirnkammer (Ventriculus quartus cerebri (Fig. 161 II 4) genannt. An der Spitze des vierten Ventrikels sitzt das Kleinhirn (Cerebellum) (*crb*) auf. Aus der Medulla oblongata entstammende längsverlaufende Fasern bilden zum grössten Theile als divergirende Bündel die beiden Hirnschenkel [Pedunculi cerebri (II *aak* und *fak*)], über welchen die hauptsächlich aus Nervensubstanz und in Gestalt von vier Erhebungen gebildete Masse des Vierhügels (Corpora quadrigemina II *fi—ai*) sichtbar wird.

Bei den Hausthieren (II *fi—ai*) sind die vorderen (oberen, Colliculi anteriores, *fi*) grau, die hinteren (unteren, Collic. posteriores, *ai*) weiss, beim Menschen entgegengesetzt; bei Herbivoren und dem Schweine sind erstere grösser, bei Carnivoren sämmtliche entweder gleichgross, oder die hinteren etwas stärker entwickelt. Zwischen dem Vierhügel und den Sehhügeln, besonders in ventraler und medialer Richtung liegt die dritte oder mittlere Hirnhöhle (Ventriculus tertius, oder Sehhügelventrikel), während unter dem Vierhügel sich die sogen. Sylvius'sche Wasserleitung (Aquaeductus Sylvii) hinzieht. Die Hirnschenkel Pedunculi seu crura cerebri) (Fig. 164 *PC*) strahlen als unter der Varolsbrücke hinziehende Markbündel in den Hemisphären des Grosshirns aus.

Am Hirnschenkel unterscheidet man folgende Abschnitte: a) den ventralen Theil oder den Fuss (Pes pedunculi cerebri); b) die Haube

(**Tegmentum caudicis**) als derjenige Theil, welcher vom ersteren durch eine seichte Furche abgetrennt wird; beide längsfaserig. Zwischen beiden liegt eine graue, bei Hausthieren nicht pigmentirte, beim Menschen mit

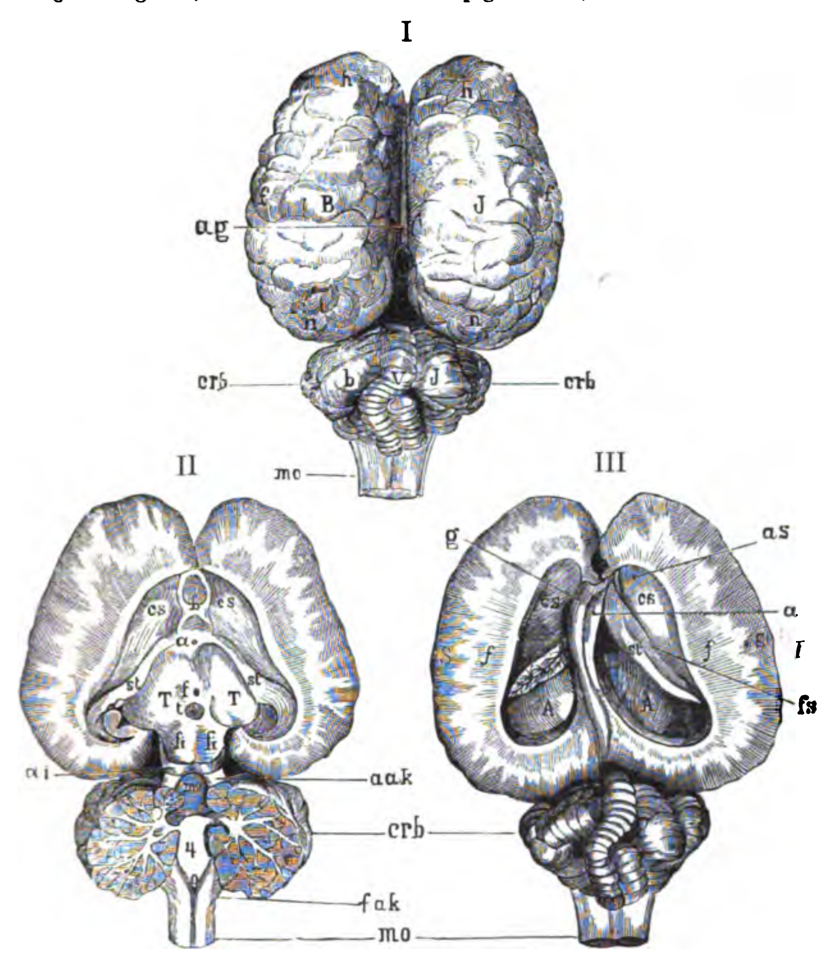


Fig. 161. I = Hirn des Pferdes von oben gesehen (Dorsalansicht). *B* = linke, *J* = rechte Hemisphäre; *hh* = Stirnlappen; *ff* = Seitenlappen; *nn* = Cervicallappen; *ag* = Comissura cerebri; *crb* = Cerebellum; *v* = Vermis; *J* = rechter, *b* = linker Lappen des Kleinhirns; *mo* = Medulla oblongata. II = Hirn vom Pferde; Fornix und die Ammonshörner entfernt. *cs* = Corpus striatum; *T* = Thalamus opticus; *st* = Stria medularis; *t* = Glandula pinealis; *f* = die obere, *a* = die untere Hirnöffnung; *fl* = oberes, *ai* = unteres Paar des Vierhügels; *h* = Rest des Gewölbes; 4 = vierter Hirnventrikel; *aak* = unterer Kleinhirnschenkel; *fak* = oberer Kleinhirnschenkel; *crb* = Kleinhirn; *mo* = Medulla oblongata. III = die Seitenventrikel des Grosshirns vom Pferde, eröffnet. *S* = graue, *f* = weisse Substanz; *cs* = Corpus striatum; *A* = Ammonshorn; *as* = unteres, *fs* = oberes Horn; *st* = Stria medullaris; *a* = Septum pellucidum; *g* = Balken (Corp. callosum).

Pigment versehene Schichte (**Substantia nigra Sömmeringi**); c) den **Tractus peduncularis transversus** (**Gudden**); ein, bei allen Hausthieren gut sichtbarer und von dem Vierhügel seitlich nach vorne ziehen-

der Nervenfaserzug, welcher zwischen dem Markhügel (Corpus mamillare) und dem Stiele des grössern Hirnschenkels nach innen, und dann in einem Bogen gegen den Vierhügel zu verläuft; d) ein, an dem ventralen Theile des grossen Hirnschenkels des Rindes (Mayser) belegenes kleines Ganglion, das sogen. Ganglion infrapedunculare (Ganser).

Am medialen Rande des grossen Hirnschenkels sieht man ferner an Hausthieren zumeist ein isolirtes Faserbündel, welches, vom Oculomotorius durchsetzt, zum Corpus mamillare hinzieht; man bezeichnet dieses Bündel als Pedunculus corporis mamillaris.

In der Tiefe der, den Hirnschenkel halbirenden Furche (Foramen coecum) und zwar gleich vor der Brücke liegt ein Ganglienzellenhaufen, das Ganglion interpedunculare. Dasselbe kommt auch beim Pferde und dem Rinde vor, ist aber beim Schweine, der Katze und dem Kaninchen stärker ausgeprägt.

Die Decke des bei Hausthieren geringer entwickelten (kielfederdicken, kanalartigen) dritten Gehirnventrikels wird durch ein membranöses Gebilde (Tela chorioidea) gebildet; nach vorne begrenzt denselben das Septum pellucidum und die Comissura anterior, nach unten setzt er sich in das Infundibulum und den Aquaeductus Sylvii fort, und wird in dem Recessus opticus durch die Lamina terminalis cinerea abgeschlossen. Der Aquaeductus Sylvii, unter dem Vierhügel gelegen, verbindet den dritten und vierten Gehirnventrikel miteinander, während die Seitenhöhlen durch eine, hinter den Schenkeln des Fornix befindliche Oeffnung (Foramen Monroi) communiciren. An der Decke des dritten Ventrikels befindet sich die Zirbeldrüse (Conarium, Glandula pinealis (Fig. 161 II *t*); an dem, am Grunde desselben mündenden Infundibulum: die Hypophysis cerebri (Glandula pituitaria, Hirnanhang) (Fig. 160 *Pt*).

Bei Eröffnung der Seitenventrikel (Fig. 161 III) finden wir folgende Theile: a) die Seitenwände, durch Abschnitte des Septum pellucidum (*a*) und des Fornix (II, b) gebildet; b) die Hörner, und zwar ein nasales oder vorderes (oberes III, *fs*) und ein ventrales oder unteres (*as*). Beim Menschen und den Affen trifft man ein drittes oder hinteres Horn, welches bei den Haussäugethieren fehlt.

Die Grenze zwischen den vorderen und unteren Hörnern wird durch eine zwischen dem Streifenhügel (*cs*) und dem Ammonshorne (*A*) gelegene Furche gebildet. Das Vorderhorn (Crus anterius) enthält den Streifenhügel, insonders dessen Kopf, und setzt sich bis zum Ventriculus bulbi des Tractus olfactorius fort; der Streifenhügel selbst liegt an der Basis des Vorderhornes (als Basalganglion der Seitenhöhle). Der breitere Theil der birnförmigen Anschwellung des Streifenhügels wird Kopf oder Körper (Corpus vel caput corporis striati) das zugespitzte Ende als Schwanz (Cauda corporis striati) benannt. Die graue Substanz des Streifenhügels wird durch hauptsächlich aus den grossen Hirnschenkeln entstammende weisse Nervenfasern — welche die innere Kapsel bilden und gestreift sind (daher der Name Streifenhügel) — in ein mediales und laterales Ganglion zerlegt. Das mediale Ganglion heisst auch geschwänzter Kern (Nucleus caudatus), das laterale: Linsenkern (Nucleus lentiformis). Der Nucleus caudatus setzt sich in die Decke des Unterhornes fort, während der N. lentiformis bis in den Seitenlappen

verfolgt werden kann, wo dessen oberster Theil — über dem grossen Hirnschenkel und unter der grauen Substanz des Sehhügels belegen, — dem beim Menschen als Mandelkern (Nucleus amygdalae) benannten Gebilde der Thiere entspricht.

An dem Unterhorne befinden sich: die Ammonshörner (*A*) (Cornu Ammonis, Pes hippocampi major, Hippocampus), welche zu beiden Seiten halbmondförmige, wurstförmige Anschwellungen bilden und caudal hinter dem Streifenhügel, von welchem sie durch eine tiefe und mit einem Gefässplexus ausgefüllte Furche getrennt werden, liegen. Sie erstrecken sich von der Mitte der Seitenventrikel bis zur Spitze der sogen. Processus mamillares (Fig. 164 *Pm*) *).

Die obere, gegen die Seitenventrikel blickende Fläche derselben bedeckt eine feine Markplatte (Alveus), deren Fasern theils in die Fimbrien (weisse Markleiste, welche vom nasalen Rande des Ammonshornes ab und gerade aus in den oberen Schenkel der Fornix übergehen und die Fasern des Alveus in sich aufnehmen) — theils in das Psalterium [(Lyra Davidis) eine durch den Balkenwulst (Splenium corp. callosi gebildete quergestreifte Markplatte)] ausstrahlen. Der Alveus ist somit die einen Abschnitt des Ammonshornes darstellende Markplatte des Gyrus hippocampi.

Das Ammonshorn bildet zwei durch ihre graue Rinde theilweise miteinander verwachsene Windungen, und zwar: den Gyrus hippocampi und die Fascia dentata Tarini. Die erstere Windung liegt nach innen und zieht mit ihrer Markplatte in den Seitenventrikel, die andere verläuft unterhalb dieser.

Beim Menschen und den grossen Säugethieren sind die Hirnhemisphären verhältnissmässig gross und verdecken die übrigen Hirntheile. Je niedriger organisirt ein Thier, umso kleiner sind dessen Hemisphären und umso weniger decken dieselben das Kleinhirn und den Vierhügel. Die sich berührenden inneren Flächen der beiden Hemisphären werden durch den Balken (grosse Hirncomissur, Corpus callosum, Trabs cerebri [Fig. 161 *ag* und III *g*]) verbunden.

Die Hirnhemisphären weisen zahlreiche, kleinere und grössere Windungen auf, welche durch seichtere und tiefere Furchen und Einschnitte voneinander getrennt sind, in welche die weiche Hirnhaut mitsammt deren Gefässen eindringt. Der Mensch und die grösseren Säugethiere besitzen an den Hemisphären viele solcher Windungen, welche bei kleineren Säugern und den niedrigen Wirbelthieren immer geringer werden, so dass an einzelnen endlich nurmehr ein bis zwei oberflächliche linienförmige Einziehungen vorkommen.

Nach Ecker, Krause und Landois besitzt der Mensch folgende Hirnwindungen und -Furchen.

In Figur 162 ist eine Seite der Hemisphäre des Menschenhirnes in der Schädelhöhle belegen dargestellt. Durch die Furchen (Fissuren) *f'*, *f''* und *f'''* wird der Stirntheil der Hemisphäre in eine obere, *F*, mittlere, *F'* und

*) Die Veterinärkunde nennt als Processus mamillaris den Lobus pyriformis (Synonim mit Gyrus hippocampi), welcher dem unteren Theile des Gyr. hippocampi, der seitlichen Hälfte des Gyrus olfactorii und einem Theile der Uncus beim Menschen entspricht.

untere Stirnwindung, F''' getheilt. Durch die centrale oder Rolando'sche Fissur entsteht die vordere (A) und die hintere (B) Centralwindung. Durch die doppelarmige tiefe Furche: die Sylvius'sche Grube (S), wie nicht minder durch die unter ihr parallel verlaufenden zwei Furchen, und zwar die erste (T') und zweite (T'') Schläfenfurche, endlich durch den Sulcus interparietalis (ip) kommen 4 parallel verlaufende Windungen, ausserdem dann an der hinteren Fläche der Hemisphäre noch mehrere andere Hirnwindungen zu Stande. Diese sind: die erste, zweite und

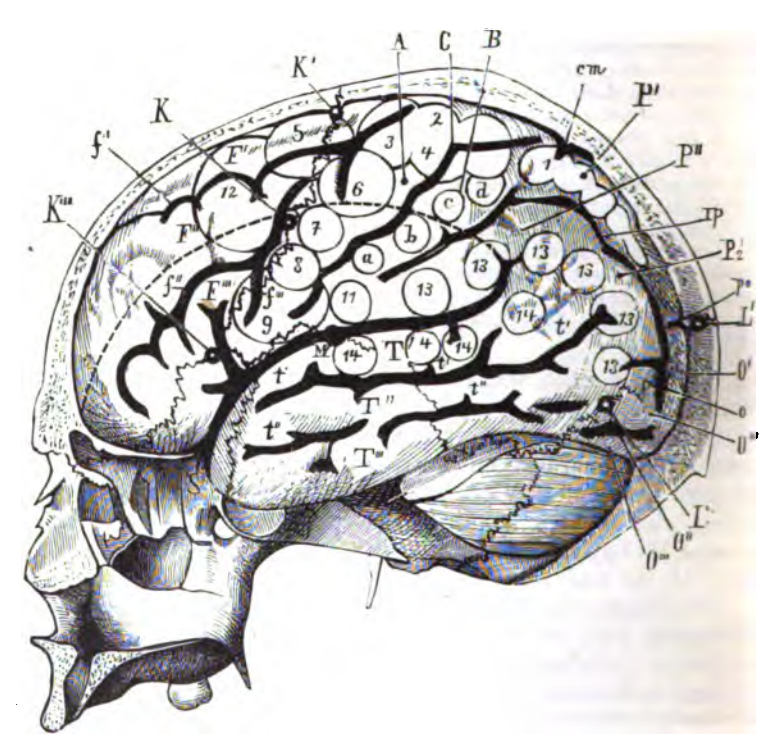


Fig. 162. Hirnwindungen und Furchen des menschlichen Gehirns, schematisch nach Ecker, Landois und Krause. 1—14 u. $a-d$ = Gehirncentren; S = Fossa Sylvii mit ihrem vordern senkrecht aufsteigenden und hintern horizontal verlaufenden Arm; C = Sulcus centralis sive Rolando; A = Gyrus centralis anterior; B = Gyrus centralis posterior. F' = oberer, F'' = mittlerer, F''' = unterer Gyrus frontalis; f' = unterer, f'' = oberer. f''' = senkrechter Sulcus praecentralis; P' = oberer Lobus parietalis; P'' = unterer Lobus parietalis; bei Pl_2 = dessen Gyrus supramarginalis; ip = Sulcus interparietalis; cm = Ende des Sulcus calloso-marginalis; O' = erste, O'' = zweite, O''' = dritte Occipitalwindung: po = Fissura parieto-occipitalis; o = Sulcus occipitalis transversus; O' = Sulcus occipitalis longitudinalis inferior; T' = erster, T'' = zweiter, T''' = dritter Gyrus temporalis; t = erste, t'' = zweite Schläfenfissur.

dritte Schläfenwindung (Gyrus temporalis T', T'', T'''), der obere (P') und untere (P'') Scheitelwandlappen und zwar dessen Gyrus marginalis und Gyrus angularis (P^1_2), schliesslich die erste, zweite und dritte Occipital-Windung (O', O'', O''').

Nachfolgende Fig. 163 veranschaulicht einen Längsschnitt vom Pferdehirn (Grosshirn, Medulla obl. und Kleinhirn) in $^2/_3$ natürlicher Grösse

behufs leichter Uebersicht der Hirnganglien und des Zusammenhanges der einzelnen Theile nach der Natur gezeichnet.

Die linke Hemisphäre überdeckt die grossen Hirnganglien. Bei *Crb* ist das Kleinhirn mit seinem baumästig sich verzweigenden Arbor vitae, bei *PV* die Varolsbrücke, bei *Mo* das verlängerte Mark dargestellt. Der Hirnbalken (*Cc*) — mit der durchsichtigen Scheidewand (Septum pellucidum) (*Sl*) in der Mitte — verbindet beide Hemisphären und besitzt an seiner untern Fläche das Gewölbe (Fornix), welches mit ersteren über der Gefässplatte oder -Vorhang (Tela chorioidea) hinziehend und mit dieser vereint die Decke des dritten Ventrikels bildet. Darunter liegen die Sehhügel (Thalami optici) (*To*), hinter welchen sich in den 3. Ventrikel

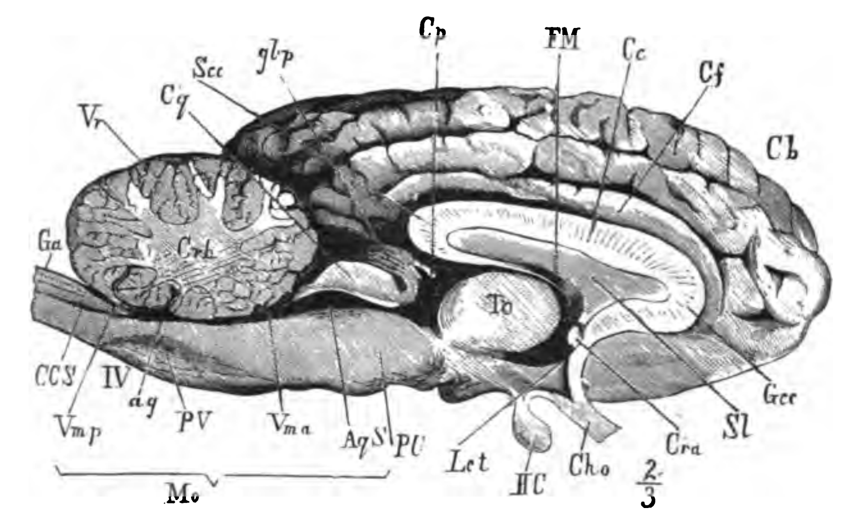


Fig. 163. Längsschnitt durch das Pferdehirn, am Corpus callosum. *Cb* = Cerebrum; *Cf* = Gyrus fornicatus; *Cc* = Corpus callosum; *FM* = Foramen Monroi; *Cp* = Comissura postica; *glp* = Glandula pinealis; *Scc* = Splenium corporis callosi; *Cq* = Corpora quadrigemina; *Crb* = Cerebellum; *Vr* = Vermis; *Ga* = Medulla spinalis; *CCS* = Canalis centralis med. spin.; *Vmp* = Velum medullare posticum; IV *ag* = Ventriculus cerebri quartus; *PV* = Pons Varoli; *Vma* = Velum medullare anticum; *AqS* = Aquaeductus Sylvii; *PC* = Pedunculus cerebri; *To* = Thalamus opticus; *Lct* = Lamina cinerea terminalis; *HC* = Hypophysis cerebri = Gland. pituitaria; *Cho* = Chiasma nervi optici; *Cra* = Comissura antica; *Sl* = Septum pellucidum; *Gcc* = Genu corporis callosi; *Mo* = Medulla oblongata.

der Trichter (Infundibulum) öffnet, an dessen Basis der Hirnanhang (Hypophysis cerebri, *HC*) liegt; hinter den Sehhügeln befindet sich die Zirbeldrüse (Glandula pinealis, *glp*), darunter nimmt der Vierhügel (Corpora quadrigemina, *Cq*) Platz. Aus der Varolsbrücke (*PV*) gehen nach vorne die Hirnschenkel (*PC*) ab, nach hinten setzt sich dieselbe in das verlängerte Mark (*MO*) fort, ober deren Rautengrube [Ventriculus quartus, seu Sinus rhomboideus (IV *ag*)], das Kleinhirn (*Crb*) aufsitzt. Der Centralkanal des verlängerten und Rückenmarkes (*CCS*) setzt sich in die Rautengrube fort.

In Fig. 164 findet sich die untere Ansicht des Gehirns vom Pferde in ²/₃ der natürlichen Grösse gezeichnet. Die Bezeichnung ist derjenigen der vorhergehenden Zeichnung gleich gehalten.

Am Hundehirne sind die Windungen gleichwie bei den übrigen kleineren Säugethieren, geringer an der Zahl, somit auch weniger Furchen

vorhanden. Die Bilder der Fig. 165 zeigen bei I die obere Ansicht, bei II Seitenansicht des letzteren.

Man erblickt bei O = den Bulbus des Riechnerven, die Ziffern I, II, III und IV bezeichnen die (beim Hunde von Einigen so benannten) Urwin-

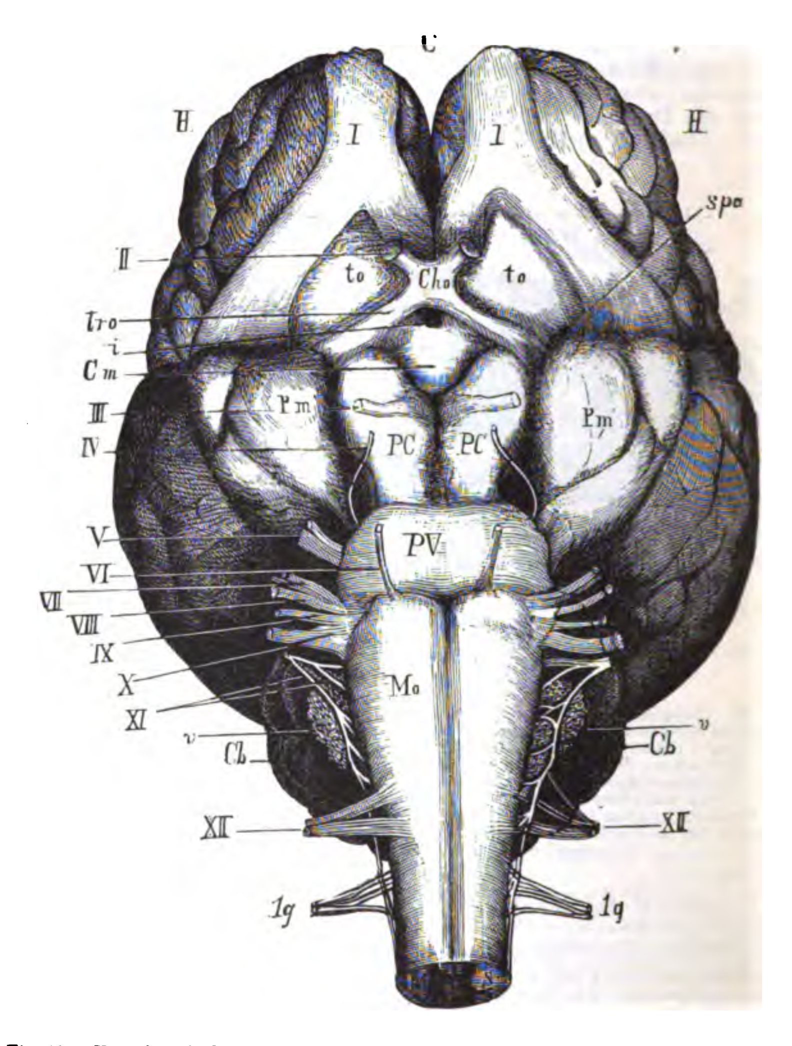


Fig. 164. Hirn des Pferdes mitsammt dem verlängerten Marke, Kleinhirn und einem Theile des Rückenmarkes, 2/3 natürl. Grösse, nach der Natur. *C* = Cerebrum; *H* = Hemisphären; *Cho* = Chiasma nervi optici; *PC* = Pedunculus cerebri; *PV* = Pons Varoli; *Mo* = Medulla oblongata; *Cb* = Cerebellum; *Cm* = Corpus mamillare (beim Menschen zwei getrennte Gebilde, hier in eines verschmolzen; *to* = Trigorum olfactorium, zwischen beiden Schenkeln des Riechnerven: *tro* = Tractus opticus; *v* = Tela chorioidea; *i* = Oeffnung des Infundibulum; *MS* = Medulla spinalis; *spa* = Substantia perforata anterior; *Pm* = Processus mamillaris; I—XII = die zwölf Gehirnnervenpaare; *1g* = erster Halsnerv. (Das XI. u. XII. Nervenpaar nach Henle vom Menschenhirne auf die Zeichnung übertragen).

dungen, S = den Sulcus cruciatus, F = die Fossa Sylvii; die mit Ziffern bezeichneten Punkte später abzuhandelnde erregbare Centren. Das bei III gezeichnete Hirn des Kaninchens zeigt bereits einfachere Construction.

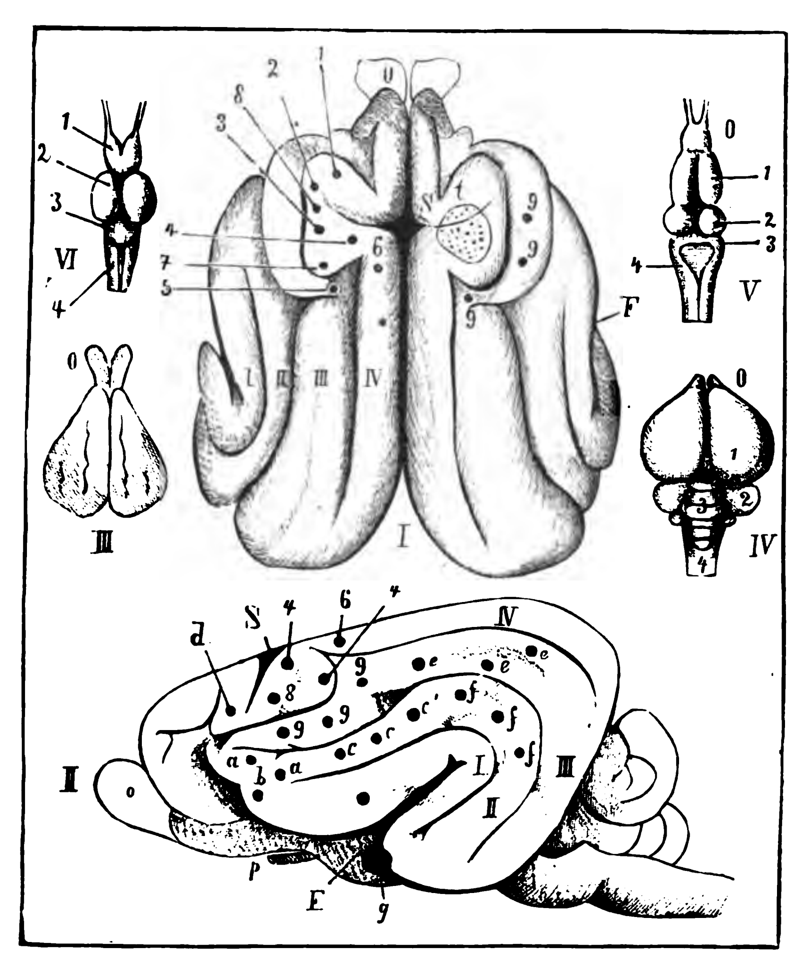


Fig. 165. I = obere Ansicht des Hundehirnes. II = Seitenansicht; I, II, III, IV = vier Urwindungen; S = Sulcus cruciatus; F = Fossa Sylvii; o = Bulbus olfactorius; p = N. opticus; 1 = motorisches Centrum der Nackenmuskeln; 2 = Centrum der Beuge- und Streckmuskeln der vorderen Extremitäten, 3 = der Beuge- und Rollmuskeln der vorderen Extremitäten, 4 = der Muskeln der hinteren Extremitäten; 5 = motorisches Centrum des N. facialis; 6 = Centrum für die Seitenbewegung des Schwanzes, 7 = für die Flexoren und Retractoren der vorderen Extremitäten, 9=9 = für die Mm. orbiculares palpebrarum und zygomatici (Augenschliesser). II a, a = für die Retractoren und Elevatoren des Mundwinkels; b = für das Mundöffnen und Zungenbewegung; c, c = für das Platysma; d = für das Augenöffnen; $e\,e\,e$ = psycho-optisches Centrum; $f\,f\,f$ = psycho-acustisches Centrum; g = psycho-osmische und psycho-geusische Region; I, t = thermisch wirkendes Centrum von Eulenburg und Landois. III = Gehirn des Kaninchens, IV = der Taube, V = des Frosches, VI = des Karpfens, sämmtlich obere Ansicht; o = Bulbus olfactorius; 1 = Grosshirn; 2 = Lobus opticus; 3 = Cerebellum; 4 = Medulla oblongata (nach Landois).

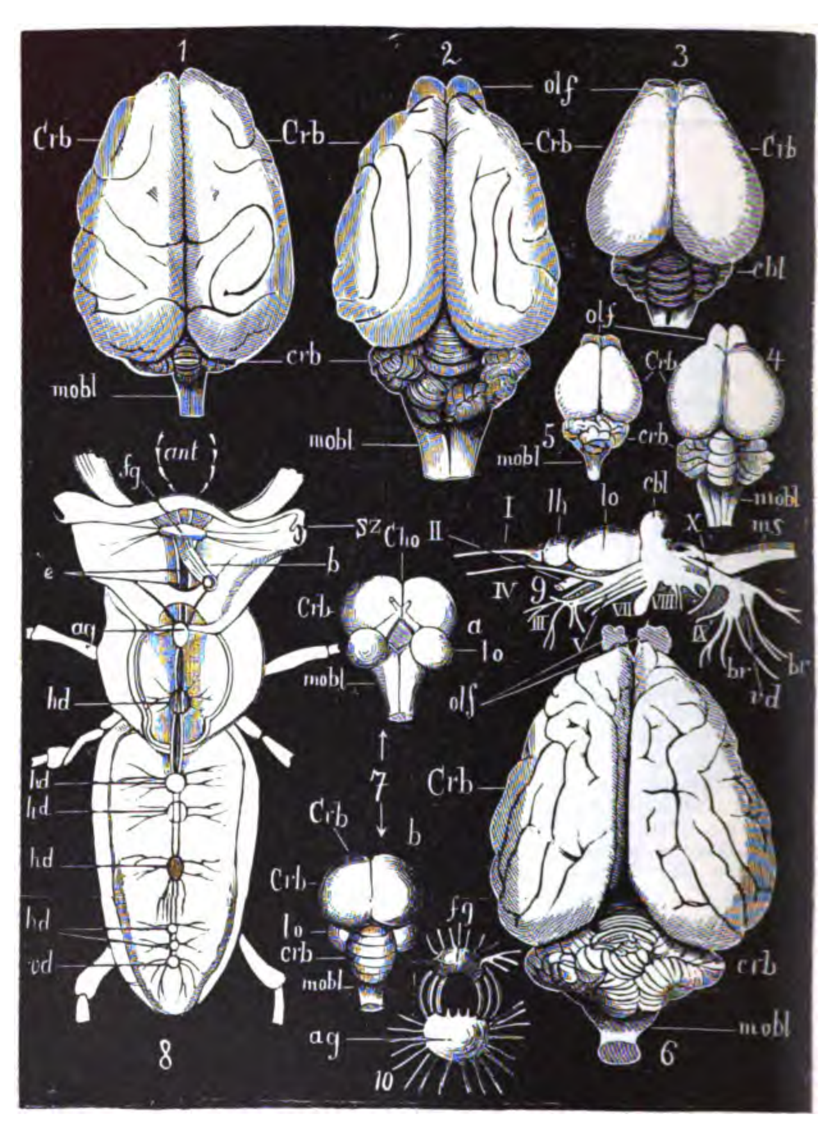


Fig. 166. Hirn- und Nervensysteme verschiedener Thiere, natürl. Grösse. 1 = von Simia Inuus (Affe); 2 = von Felis domestica (Katze); 3 = von Sciurus vulgaris (Eichhörnchen); 4 = Hypudeus amphibius (Wasserratte) (nach Nuhn); 5 = von Talpa europea (Maulwurf); 6 = von Canis vulpes (Fuchs); 7 = Coturnix dactylisonans (Wachtel), *a* = untere, *b* = obere Ansicht; 8 = Nervensystem von Lucanus cervus (Hirschkäfer) (nach Carus-Nuhn); 9 = dasselbe von Perca fluviatilis, *fg* = suprapharyng. Ganglion, *hd* = Abdominalganglion, *vd* = Endganglion; *b* = Oesophagus, *e* = Nervenstränge zu den Pharyngealganglien (nach Cuvier-Nuhn); *Crb* = Cerebrum; *crb* = Cerebellum; *mobl* = Medulla oblongata; *olf* = Tractus olfactorius; *lo* = Lobus opticus; *Ch* = Lobus hemisphaericus; I—IX (der Zeichn. 9) = Hirnnervenpaare (vgl. Fig. 160); *vd* = Vagusganglion; *br* = Nn. branchiales; 10 = Nervensystem der Schnecke; *fg* = suprapharyngeales, *ag* = infrapharyngeales Ganglion.

Man sieht daran blos längsverlaufende Vertiefungen, von eigentlichen Windungen und Fissuren kann hier nicht mehr die Rede sein. An den Hemisphären des Taubengehirnes (IV. 1) fehlt jede weitere Andeutung für Windungen und Fissuren; ein sogen. Lobus opticus (2), ein mit einfachen Hervorragungen ausgestattetes Kleinhirn (3) und eine Medulla oblongata ist jedoch vorhanden (4). Noch einfacher construirt ist das Hirn des Frosches (V) und des Karpfens (VI). Das Grosshirn (1) besteht aus zwei Hälften; ein Lobus opticus (2) und die Medulla oblongata (4) ist vorhanden, das Kleinhirn (3) beim Frosche hingegen blos auf eine Falte beschränkt. Das Hirn der Affen, wenngleich an Windungen ärmer als dasjenige des Menschen, übertrifft diesbezüglich die übrigen kleineren Säugethiere (Fig. 166. 1). Das Hirn der Katze (2) ähnelt demjenigen des Hundes; dasjenige des Eichhörnchens (3), der Ratte (4), des Maulwurfes (5), der Wachtel (7) und des Frosches hat keine Windungen; letzteres (wie aus Fig. 165 V ersichtlich) zeigt nebenbei den Thalamus opticus nicht in der Hirnsubstanz darinnen, sondern dieser ist als besonderer Lobus opticus (2) ausgebildet, das Kleinhirn (3) jedoch zu einer Falte verkümmert. Aehnlich gebaut ist das Hirn der Vögel (siehe Fig. 165 IV). Das Hirn der Fische (Fig. 166, 9) ist gleichfalls einfach gebaut; aus dem der Hemisphäre entsprechenden Lappen (*lh*) entspringt der Riechnerv (I); mit ersteren hängt der Lobus opticus (*lo*) zusammen, an welchen das verlängerte- (*cbl*) und an dieses sich das Rückenmark (*ms*) anschliesst.

Die Wirbellosen besitzen kein eigentliches Hirn, sondern wie die Insecten eine Bauchnervenkette (Fig. 166, 8 vom Lucanus cervus), welche in das Abdomen mehrere Ganglien (*hd*) und von diesen in den Körper verzweigende Nervenfasern aussendet; ausser diesen kommt noch das im Thorax über dem Rachen und unterhalb dieses belegene sogenannte Ganglion supra- (*fg*) und infrapharyngeale (*ag*) vor, welche durch den Pharynx umspinnende (einen Pharyngealring bildende) aus Nerven bestehende Fortsätze (*e*) miteinander zusammenhängen.

Einige Coelenteraten, Echinodermen, Vermes und Molluscen besitzen gleichfalls ein Centralnervensystem; hingegen mangelt ein solches bei den Protozoën, dem grössten Theile der Coelenteraten und den Eingeweidewürmern; zumindest ist das Vorhandensein eines solchen zweifelhaft. Ein oder zwei suprapharyngeale Ganglien, aus denen Nervenfasern im Körper ausstrahlen, findet man bei einigen, bisher nicht erwähnten niedrigen, mit Nervensystem versehenen Thieren, wohl auch einen Pharyngealring; einzelne, wie z. B. Helix pomatia (Gartenschnecke), besitzen ein supra- und intrapharyngeales Ganglion (10 *fg*, *ag*). Bei den Strahlenthieren entspringen die Nerven aus einem den Pharynx umgebenden und ganglienzellenlosen Pharyngealringe.

Histologische Structur der Hirnrinde.

Die Hirnwindungen, oder — bei Thieren, wo solche fehlen — die Oberfläche des Gehirnes, erscheint mit einer grauen Substanz bedeckt, deren mikroskopische Structur, sowohl beim Menschen als auch den Thieren, und bezüglich der einzelnen Abschnitte Verschiedenheiten aufweist.

So zeigt die Convexität der Hemisphären und der Gyrus fornicatus des Balkens mehr minder übereinstimmende Structur; hingegen differirt nach den Untersuchungen von Meynert die Rindensubstanz je nach dem sie an dem Occipitaltheile des Hirns, der Fossa Sylvii, am sogen. Ammonshorn, oder am Bulbus olfac-

torius (Riechkolben) belegen ist. In Fig. 167 findet man an einem Querschnitte der Stirnwindung des Gehirnes die Structur der grauen Rinden- und der weissen Substanz aus abwechselnden aufeinander folgenden Lagen verschieden grosser und zahlreicher Zellelemente (Ganglienzellen) und Fasern bestehend, dargestellt. [Die zwischen den Elementen hin- und durchziehenden Blut- und Lymphgefässe, als auch die, aus feinsten granulirten mit Kernen versehenen Fasern bestehende Kittsubstanz, die Neuroglia (Nervenkitt)*) (s. allg. Theil) sind auf der Zeichnung fortgelassen.] Die erste Schichte der Hirnrinde wird durch kleine, meist längliche, doch auch spindel- und sternförmige, den Bindegewebszellen ähnliche Zellen (1) gebildet. Darauf folgt eine Schichte klein pyramidenförmiger dicht beieinanderstehender kleiner Zellen (2), welche für Ganglienzellen angesprochen werden; diesen reiht sich die Schichte der grossen Pyramiden (3), dann abermals eine Schichte (4) unregelmässiger und dichtgesäter kleiner ganglienzellenartiger Elemente an, welche durch die Schichte aus spindelförmigen Rindenzellen und querverlaufenden Fasern abgegrenzt wird. Nach diesen sämmtlichen Schichten kommt die, mit markhaltigen Nervenröhren versehene weisse Substanz, die sogen. Markleisten (*m*).

Die erste Schichte macht beim Menschen etwa $^1/_{10}$ — $^1/_8$ der gesammten Rindensubstanz, beim Kapuzineräffchen $^1/_7$ — $^1/_6$, beim Hunde $^1/_6$, bei der Katze $^1/_5$, bei der Fledermaus $^1/_4$, beim Kalbe und Reh etwa $^1/_3$ Theil aus, doch wechselt deren absolute Breite ebenfalls und beträgt beim Menschen 0·25 Mm., bei der Fledermaus 0·30 Mm., hingegen beim Kalbe 0·50 Mm. (Meynert).

An der hinteren Spitze des Occipitallappens und der Furche des benachbarten Gyrus hippocampi (gewöhnlich als Sulcus hippocampi benannt), — dessen convexer Rand an der innern Seite des Seitenventrikels als Pes hippocampi minor auftritt, — weist die Rinde einen andern Typus auf. Hier fehlen die pyramidenförmigen Zellformationen, hingegen überwiegt die Körnerschichte. Statt der ersten vier Schichten erscheinen deren blos 3, die, wenn sich dazwischen keine neuen Körnerschichten einschieben würden, dann neuerdings 5 Körnerschichten bilden. Es wiederholt sich auf diese Weise die Körnerschichte dreifach. Es folgt auf die innerste Körnerschichte die Spindelzellenlage und ist somit im Ganzen die Rinde nicht aus 5, sondern 8 Schichten zusammengesetzt.

Die beiden Zwischenkörnerschichten verschmelzen zu einer genau abgegrenzten weisslichen Schichte, in welcher zerstreut einzelne grosse Pyramidenzellen vorkommen. Besonders ausgeprägt erscheint dieser Typus im Affenhirne.

In der Fossa Sylvii prävalirt die 3. Rinden- als sogenannte Spindelzellen-Schichte. Im Ammonshorne tritt hauptsächlich die

---

*) Nervenkitt: Virchow's Neuroglia, Kölliker's Bindesubstanz, Rokitanszky's Ependym-Formation, Deiter's spongiöse Substanz, Henle und Wagner's zusammenfliessende Nervenzellsubstanz. Clarke nennt sie im Ammonshorne gallertige-, Kupfer moleculäre Substanz. Die meisten Forscher nehmen einen bindegewebsartigen Charakter dieser Substanz an; Henle, Wagner und Stilling halten sie für Nervengewebe, letzterer betrachtet dieselbe als Geflechte der feinsten Nervenästchen.

kleine und grosse Pyramidenschichte ausgeprägt auf. Am Subiculum cornu Ammonis (Gyrus hippocampi) können folgende Schichten unterschieden werden: 1. die Rindenschichte mit einzelnen zerstreuten winzigen Körnerzellen, 2. die zweite, in welcher die kleinen Pyramiden mangeln, wird durch ein lückenhaftes Stratum (Stratum lacunosum) gebildet, in welchem die Neuroglia von perivasculären Räumen und Gefässen durchsetzt erscheint. 3. In der 3. Schichte findet man als äussere Lage derselben radiär eingereihte Fortsätze von Pyramiden (woher der Name: Stratum radiatum); hingegen fehlen hier die mittelgrossen Pyramidenzellen. In der inneren Lage dieser Schichte sind übereinandergeschichtete Pyramidenzellen vorhanden.

Die 4. und 5. Schichte des Ammonshornes wird beim Menschen rein aus Nervensubstanz gebildet, bei Thieren (Katze, Kaninchen) bildet die Nervensubstanz blos ein feinkörniges Stratum (Stratum moleculare, Kupfer). Aus dem Riechkolben (Bulbus olfactorius) entspringt der Riechnerv, und zwar aus der sogen. aufgeknäuelten Schichte (Stratum glomerulosum desselben. Die Knäuel selbst bestehen aus kleinkernigen Zellen zwischen denen umgebogene Gefässe sitzen, in und zwischen welchen sich eine, der feingranulirten Körnerschichte der Rinde ähnliche Substanz verbreitet. Am Riechkolben ist demnach folgende Schichtung auszunehmen: 1. der Riechnerven-, 2. die Knäuel-, 3. die Ganglienzellen-, 4. die Körnerschichte und 5. die Markleiste.



Fig. 167. Durchschnitt des 3ten Frontalgyrus vom Menschenhirn (nach Meynert); theilweise schematisch. 1 = Schichte der zerstreuten Körperchen des Rindentheiles; 2 = dichtstehende kleine Pyramidenzellenschichte; 3 = Schichte der grossen Pyramiden: 4 = kleine, dichte unregelmässige Rindenkörperschichte; 5 = spindelförmige Rindenkörperschichte; *m* = Nervenfasern der Marksubstanz (Markleiste).

Anatomische Structur des Kleinhirns.

Das Kleinhirn [Cerebellum (Fig. 166 *crb*)] wird vom Grosshirne durch das Hirnzelt abgegrenzt, und

blos beim Menschen und den Affen, nicht aber bei unseren grösseren Hausthieren durch letzteres bedeckt. Mit der Brücke, der Medulla oblongata und den übrigen Hirntheilen ist es durch besondere Markfortsätze verbunden. Man unterscheidet daran einen medianen Theil, den Wurm (Vermis Fig. 161 I. V.) und die beiden lateralen Halbkugeln (Hemisphaerae *B*, *J*). Bei den Hausthieren überwiegt der Wurm über die Halbkugeln. Am Wurme wird ein Ober- (nasaler Theil) und ein Unterwurm (caudaler Theil) unterschieden; der ventrale Theil des Wurmes liegt mittelbar über der vierten Gehirnkammer.

Die Windungen des Kleinhirnes sind schmal und zumeist aus quergelagerten Platten gebildet; die Markleisten derselben zeigen am medianen Querschnitte zierliche baumförmige Zeichnungen, den Arbor vitae (Lebensbaum) der Alten. Der grösste. aus weisser Substanz bestehende Abschnitt liegt als sogen. Markkern (Nucleus medullaris) an der ventralen Seite und tritt an Querschnitten deutlich hervor. Obschon eine Masse darstellend, werden an demselben die zwei lateralen Hemisphären (Markkerne der Hemisphären) und ein medianer, zum Wurme gehöriger Theil (Markkern des Wurmes, Corpus trapezoides cerebelli) unterschieden. Die vom Markkerne abgehenden Hauptmarkleisten nennt man: Lappen (Lobi); die secundären Leisten: Läppchen (Lobelli); die tertiären Läppchen, welche durch ihre äusserste Verästelung mit den Markleisten zusammenhängen: Windungen (Gyri).

Am Kleinhirne des Menschen und der Säugethiere können drei, von dem Wurme sich auf die Hemisphären festsetzende Hauptlappen unterschieden werden und zwar: a) der obere (oder Nasal-) Lappen des Wurmes und der Hemisphären, b) der Hinterlappen des Wurmes und der Hemisphären (zwischen dem 1. und dem 3. dorsal belegen) und c) der untere (caudale) Lappen des Wurmes und der Hemisphären. Jeder Lobus theilt sich in secundäre Läppchen; man trifft sie beim Menschen und den Hausthieren selten homolog. Ihre Reihenfolge (vom nasalen Ende zum caudalen) ist folgende: Zum obern (vordern) Wurzellappen gehört: a) das Züngelchen (Lingula) als 3 ventral gelegene kleine Läppchen, von denen das zumeist nach hinten liegende, mit dem Gehirnsegel (Hirnklappe) in directer Verbindung steht. Letztere erscheint bei den Thieren schärfer ausgeprägt als beim Menschen; nach Frank kann bei Thieren blos deren hinterste Parthie als Lingula ausgesprochen werden, b) der Centrallappen (Lobus centralis), bei Hausthieren nur an der Wurmparthie ausgebildet, da die beim Menschen vorfindlichen Flügel (Alae lobuli centralis) hier fehlen, c) das Wipfelblatt (Lobus monticuli, Culmen) dem vorhergehenden anliegend und bei Thieren mit gut ausgebildeten Halbkugeltheilen (Lobi lunati anteriores, vordere Mondläppchen) versehen. Der hintere Lappen wird gebildet: durch a) die Abdachung (Declive, Folium cacuminis, Lamina transversa superior), deren deutlich ausgeprägte halbmondförmige Theile als Lobi lunati posteriores bezeichnet werden, b) der obere Hinterwurm, welcher bei Hausthieren mit dem nach vorne und dorsal belegenen Lobus posterior superior verschmolzen ist, c) der Klappenwulst (Tuber valvulae), der gleichfalls mit dem, Lobus posterior genannten, halbmondförmigen Abschnitte zusammenhängt, d) die Pyra-

mide (Pyramis), die an ihrem Segment einen kleinen Keillappen (Lobus cuneiformis) bildet.

Zum untern (caudal belegenen) Lappen gehören a) das bei Hausthieren gut ausgeprägte Zäpfchen (Uvula) ohne wie beim Menschen mit einem halbkugeligen Theile, der Mandel (Tonsilla) versehen zu sein, b) das Knötchen (Nodulus), mit einer kleinen Markplatte, dem hintern Hirnsegel vereint, ein Läppchen bildend. Es hängt mit den Halbkugeln durch eine kleine mit dem hintern Hirnsegel verwachsene Leiste zusammen, und ist der Tonsille des menschlichen Kleinhirnes analog, jedoch nicht homolog. Wenngleich ein selbständiger Abschnitt, kann es auch zum Flöckchen (Flocculus) einbezogen werden. Letzteres bildet den am meisten parietalen Abschnitt der Kleinhirnhemisphäre und ist bei Hausthieren verhältnissmässig sehr deutlich ausgebildet.

Dir Hemisphären des Kleinhirnes sind untereinander und durch Nervenfaserbündel sowohl mit verschiedenen Theilen des Grosshirns, als auch dem Rückenmarke in Verbindung. Man nennt letztere (an jeder Seite drei) Kleinhirnschenkel (Markfortsätze, Bindearme). Diese sind: a) die Schenkel zur Brücke (Crura cerebelli ad pontem) als laterale Fortsetzungen der Brücke, zugleich die stärksten und seitlich im Kleinhirn belegen. Die Enden (richtiger die Anfänge) der Fasern derselben strahlen in der Kleinhirnrinde aus, ein Theil in der Mitte gekreuzt. Auch ist es nicht unwahrscheinlich, dass einzelne dieser Fasern durch Ganglienzellen untersetzt in die Grosshirnschenkel übergehen und dadurch das Gross- und Kleinhirn miteinander verbinden; b) die Bindearme des Kleinhirns [(Brachia conjunctoria; Synonima: Kleinhirn-Vierhügelschenkel, obere nasale Kleinhirnschenkel, Kleinhirn-Grosshirnarme (Pedunculi, Crura cerebelli ad cerebrum, vel ad corpora quadrigemina)]. Medial aus dem Markkerne des Kleinhirns entspringend verlaufen sie dorsal aus der Haube zum Vierhügel, unter welchem sie sich zerstreuen und auf diesem Wege die Rautengrube von hinten begrenzen.

Der eigentliche Ursprung derselben ist mit Wahrscheinlichkeit theils im gezähnten Kerne (Nucleus dentatus) der Kleinhirnhemisphäre, theils in der grauen Rinde zu finden. Sie kreuzen sich von den nasalen Corpor. quadrigem. in ventraler Richtung vollständig in der Fossa Sylvii. Die sogen. Comissura Wernekinki ist eigentlich der Anfang dieser Kreuzung; und ziehen sie in den rothen Kern der Haube, endigen jedoch (nach Forel) da nicht, sondern gehen, den rothen Kern umhüllend und mit neuen Fasern versehen, von dessen ventraler Oberfläche in die Sehhügel, um sich hier zu verlieren. Die aus dem rothen Kerne entspringenden Fasern sind sämmtlich gekreuzt.

c) Die Kleinhirnschenkel zur Medulla oblongata (Crura cerebelli ad medullam oblongatam) [Synonime: Kleinhirnschenkel des verlängerten Markes, Pedunculi cerebelli inferiores, posteriores vel caudales, Perdunculi cerebelli schlechtweg], verbinden das Kleinhirn rückwärts mit der Medulla oblongata und werden durch die

strangförmigen Körper (Corpora restiformia), einen Theil der Seitenstränge des Kleinhirnes und die Vorbrücke (Corpus trapezoides medullae oblongatae), ausserdem durch eigene Fasern, die aus den Ganglienzellen der Medulla entstammen, gebildet.

Histologische Structur des Kleinhirns.

Das Kleinhirn wird dadurch, dass es das Grosshirn mit dem verlängerten Marke verbindet, zu einem äusserst wichtigen Organ. Es besteht zumeist aus weisser Substanz, mit Ausnahme des eigenen Deckels des 4. Hirnventrikels (Corpus dentatum, Stilling's Deckkern) und seiner eigenen Windungen, welche aus grauer Masse bestehen.

Die Rinde des Kleinhirns besteht aus zwei Hauptschichten, einer äussern grauen und einer innern rothbraunen: letztere ist bedeutend dünner.

Die rothbraune Schichte (Fig. 168 2) ist von der weissen Substanz (Markleiste 1) nicht scharf abgetrennt und besteht aus zahlreichen kleinen, an die Körnerschichte der Retina mahnenden Körnergebilden; an einzelnen derselben findet man einen feinen Fortsatz. Die Grösse derselben betreffend kommen kleinere einkernige und grössere zweikernige Zellen (Schultze) vor. Der Zusammenhang dieser Zellen mit den darunter hinziehenden Nervenfasern wird von Einigen in Abrede gestellt (Kölliker, Stieda, Deiters).

Fig. 168. Schnitt durch eine Kleinhirnwindung, halbschematisch, nach Henle. 1, *v* = Markleiste (weisse Substanz mit Nervenfasern); 2, *m* = Körnerschichte; 3 = Schichte der Purkinje'schen Zellen; 4 = granulirte Schichte; *nü* = Lymphraum; *v*, *v* = Blutgefässe in perivasculären Lymphräumen; *P* = Körper der Purkinje'schen Zellen; *ks* = Rindenzellen.

hingegen fassen andere die Natur dieser zelligen, beziehungsweise kernartigen Gebilde als nervös auf (Gerlach, Golgi). An der Grenze dieser Schichte sind von Kölliker und Schultze winzige, mit verästelten Fortsätzen ausgestattete Ganglienzellen beschrieben worden.

Die äussere Rindenschichte zeigt eine complicirtere Structur. Die auffälligsten und bemerkenswerthesten Gebilde dieser Schichte liegen an der Grenze der Körnerschichte (2 m) und zwar sind dies grosse, mit zahlreichen Fortsätzen versehene, sogen. Purkinje'sche Zellen (*P*). Die Fortsätze verjüngen sich während ihrer Verästelung gegen die Rinde zu immer mehr, und endigen mit feinsten Zweigen entweder frei oder wie Sankey angibt, an in der Rinde zerstreuten, rundlichen oder eckigen kleinen kernförmigen Elementen. Nach rückwärts gegen die Körnerschichte zu besitzen diese Zellen einen, höchstens zwei Fortsätze, welche in die Markleiste (1) eintretend, hier bald in markhaltige Nervenfasern übergehen.

Nach Hadlich und Hess würden die feinsten Protoplasmaäste der Fortsätze der Purkinje'schen Zellen sich aus der letzten granulirten Schichte (4) zur Körnerschichte (2) zurückbiegen, und vor ihrer Einpflanzung hier erst noch in ein feines Nervenreticulum übergehen (Boll), aus welchem angeblich dann in der Körnerschichte gleichfalls stärkere Nervenfasern entspringen (vgl. die Angaben Gerlach's für die Rückenmark-Ganglienzellen weiter unten.) In der Rindenschichte kommen ausserdem einzelne kleine ganglienzellenartige Gebilde, die Rindenzellen (*ks*), vor.

Structur des Rückenmarkes.

Da das verlängerte Mark den Uebergang zum Rückenmarke bildet, und dessen Aufbau, ohne Kenntniss des letzteren schwer verständlich erscheint, so erweist sich die Besprechung der Structur des Rückenmarkes vor derjenigen der Medulla oblongata als zweckdienlicher.

Das Rückenmark beginnt am Abschlusse der Medulla oblongata, und endet mit dem Endkegel (Conus medullaris s. terminalis), welcher sich in den Endfaden (Filum terminale) fortsetzt.

In der Halsgegend des Menschen, am Ende der Hals- und am Beginne der Rückengegend beim Pferde besitzt das Rückenmark eine Anschwellung: die obere, Hals- oder Halsrückenanschwellung (Intumescentia cervicalis, seu superior) und eine ebensolche in der Lendengegend: untere oder Lendenanschwellung (Intumescentia lumbalis, seu inferior). Zu beiden Seiten entspringen daraus Nervenwurzeln, welche, je tiefer belegen, um so schräger im Rückenmarkskanale

stehen, vom zweiten Lendennerven an jedoch beinahe parallel verlaufen und dadurch Bündel bilden; so dass an diesen Stellen die Aehnlichkeit mit einem Pferdeschwanze auffällig wird, was den alten Namen der Cauda equina rechtfertigt.

Das Rückenmark besitzt an der vordern und hintern mittlern Parthie je eine Längsspalte, die vordere (*b*) und hintere (*b'*) Mittel- oder Längsspalte (Fissura mediana vel longitudinalis anterior et posterior, letztere auch Septum posterius ge-

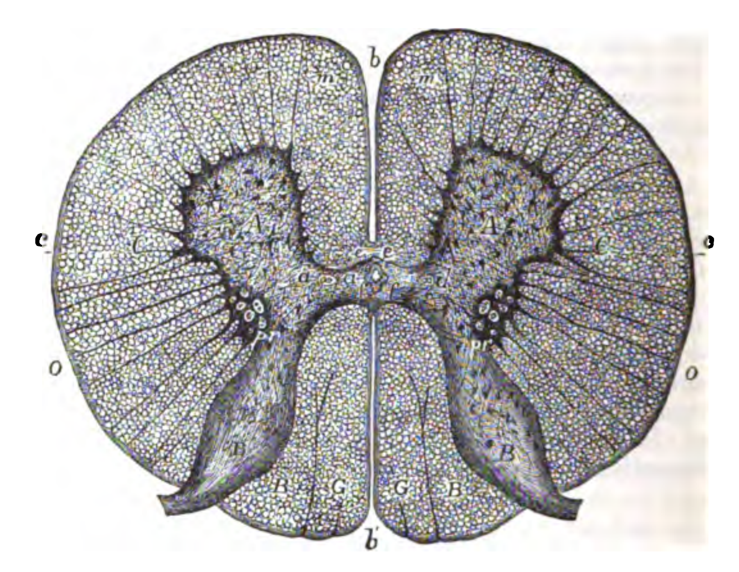


Fig. 169. Querschnitt des Rückenmarkes vom Pferde, aus dem Halstheile. *b* = Fissura anterior; *b'* = Fissura posterior; *a* = Centralkanal, umgeben von centraler gelatinöser Substanz; *ee* = vordere oder weisse Comissur; *ff* = hintere oder graue Comissur; *m* = Vorderstrang; *GB* = Hinterstrang; davon bei *G* = die Goll'schen, bei *B* die Burdach'schen Stränge; *O* = Seitenstränge; *AA* = Vorderhörner; *BB* = Hinterhörner; *CC* = Seitenhörner; *dd* = Gefässquerschnitte in dem Gewebe um den Centralkanal; *c* = Neurogliaring um das Rückenmark; *pr* = Processus reticulares Lenhossék's.

nannt), wodurch das Organ in eine rechte und linke Hälfte getheilt wird, welche wieder durch Comissuren (eine vordere oder aus weisser (*ee*) und eine hintere aus grauer (*ff*) Substanz (Comissura anterior v. alba, et posterior vel grisea) gebildet werden. Zwischen diesen centralen Bindetheilen verläuft der mit Flimmercylinderzellen ausgekleidete Centralkanal [Canalis centralis medullae spinalis (*a*)] vom Beginne des Rückenmarkes in der Rautengrube bis zu seinem Ende, dem Conus medullaris, in welchem er sich zu einer Ausbuchtung verbreitert und als Endkämmerchen [Ventriculus terminalis (Krause) vel Sinus rhomboidalis (Stilling)] blind endigt.

Der Centralkanal wird stellenweise durch eine granulirte Zellenmasse ausgefüllt und dadurch unterbrochen, wovon man sich sowohl bei Pferden, als auch beim Menschen überzeugen kann. Nach J. Lenhossék ist der Centralkanal bei alten Individuen in seinem untern Drittheil etwas ausgeweitet. Nach demselben Autor zeigt der Querschnitt des Centralkanales am Conus medullaris [dem Endkegel (und zwar dem vor dem Filum terminale belegenen und stetig conischer werdenden Abschnitte)] bis zur Lendenanschwellung hinauf, eine pfeilförmige Spalte; wird höher rautenförmig und zeigt ober der Lendenanschwellung eine Querspalte; im Mitteltheile des Rückens wird diese rundlich, in der Halsanschwellung dreieckig, mit der Basis nach vorne, mit der Spitze nach hinten sehend, um an der obersten Parthie die ursprüngliche Pfeilform wieder anzunehmen.

Aus dem Rückenmarke entstammen beiderseits Nervenwurzeln, die vorderen (*m*) und hinteren (*h*) Wurzeln (Fig. 170) und zwar kommen die vorderen aus den sogen. Vorderhörnern des Hförmigen grauen Rückenmarkskernes (*A*) (Cornua anteriora), die hinteren aus den Hinterhörnern (*B*) (Cornua posteriora) her. Die hinteren Wurzeln schwellen vor ihrem Uebergange in die vorderen zu Knoten (Ganglien) an, welche als Spinalganglien (Ganglion intervertebrale) bezeichnet werden.

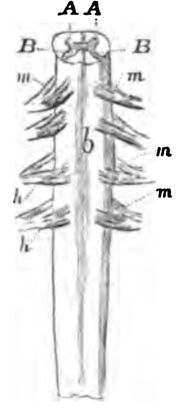


Fig. 170. Hintere Flächenansicht des Rückenmarkes. *b* = Fissura longitudinalis posterior *AA* = Vorder-, *BB* = Hinterhörner; *m* = vordere, *h* = hintere Wurzeln.

Die Reihen der Wurzeln und einige bisher nicht erwähnte Furchen zerlegen für — das freie Auge sichtbar — die aus Nervenfasern bestehende weisse Substanz des Rückenmarkes in kleinere Stränge. So werden die vorderen (Fig. 169 *mm*) (Funiculi anteriores) die seitlichen (F. laterales) (*O*) und die hinteren (F. posteriores) (*GB*) Stränge unterschieden. Der Hinterstrang wird (durch den Sulcus intermedius) in den, zu beiden Seiten der hinteren Längsspalte belegenen, schlanken oder Goll'schen — (*G*) und den daneben befindlichen keilförmigen oder Burdach'schen (*B*) Strang (Funiculus gracilis et cuneatus) getheilt.

Die feinere Structur des Rückenmarkes anlangend, tritt an mikroskopischen Querschnitten zuerst um den Centralkanal (Fig. 169 *a*) ein feiner, durchsichtiger Ring hervor, der als gelatinöse Substanz Stilling's bezeichnet wird, dessen Durchsichtigkeit von dem Mangel an Nervenfasern herstammt, welche in der übrigen grauen Substanz ein dichtes verflochtenes Gewebe darstellen. Bei Säugethieren, wie dies von Henle constatirt wurde, umgeben ringförmig verlaufende (nach ihm bindegewebige) Fasern den Centralkanal in der gelatinösen Substanz, welche dann in die Septen der Rückenmarksfissuren hineinstrahlen. Hier findet man auch mit mehreren Fortsätzen versehene Bindegewebszellen, mit denen

die aus den spitzen Enden der Flimmerepithelien des Centralkanales entspringende Fasern in Verbindung zu sein scheinen, wie dies von Henle u. A. längst beobachtet wurde. Den Zusammenhang der Fortsätze mit den Epithelien behauptete Stilling vor langer Zeit mit aller Bestimmtheit, was neuerdings von Fromann, wenngleich nur für die Säugethiere, constatirt wurde.

Der von gelatinöser Substanz freie Abschnitt der hinteren oder grauen Comissur besteht aus Nervenfasern, welche an der Grenze des Centralkanalrandes quer, und miteinander unter spitzen Winkel gekreuzt verlaufen.

Im Rückenmarke des Kalbes kommt der grauen Commissur vom 4. bis 13. Dorsal-Rückenmarknervenpaare in dem rückwärtigen Abschnitte eine dünne gelatinöse Schichte zu, welche die gelatinöse Substanz der beiden hinteren grauen Säulen miteinander verbindet. Diese gelatinöse Comissur fehlt beim Menschen (Stilling, Henle).

Die vordere oder weisse Comissur (*e*) (vor dem Centralkanale) ist aus dunklen Nervenfasern zusammengesetzt. Die Fasern ziehen von einer Rückenmarkshälfte zur andern und kreuzen sich in der Mitte unter spitzem Winkel. Daneben kommen auch schräg nach oben verlaufende vor, doch erfolgt eine Kreuzung der Fasern der einzelnen Abschnitte dadurch, dass die Comissur von den am meisten nach rückwärts belegenen Fasern aus der vordersten Stelle erreicht wird und umgekehrt (Gerlach). Hingegen ist es nicht festgestellt, ob in der Comissur neben den sich kreuzenden, auch rein quer verlaufende Fasern vorhanden sind.

Die durch die Comissuren verbundene graue Substanz verläuft in beiden Rückenmarkshälften in Form eines H, säulenförmig nach auf- und abwärts. Die graue Substanz ist im Vergleiche mit der sie umhüllenden weissen, an diversen Querschnitten verschieden vertheilt. So ist die Säule der grauen Substanz im Dorsaltheile schmal, hingegen in der Cervical- und noch mehr in beiden Lumbaranschwellungen mehr massig; auffallend stärker dann noch am Conus terminalis, so dass die weisse Substanz an den beiden letztgenannten Stellen nur mehr einem schmalen, um die graue gelagerten Streifen gleichkommt. Aus diesen Verhältnissen kann die Stelle eines Rückenmarkquerschnittes leicht bestimmt werden.

Aus den vorderen grauen Columnen (Säulen, Vorderhörnern) und ebenso aus dem mittleren Rande und den hinteren Theilen der Hintersäulen (Hinterhörner) entspringen die Wurzeln in Gestalt von Nervenbündeln. An der Verbindungsstelle der vorderen und hinteren Columnen theilen seitlich einspringende Leisten die graue Substanz, so dass sie hier ein Netzwerk bilden, die von Henle als Lenhossék's Processus reticulares benannt wurden (*pr*). Vor diesen wölbt sich am hintern seitlichen Rande

des Vorderhornes das sogen. Seitenhorn [Mittelhorn, Tractus intermedio-lateralis von Clarke, Stilling's dritte Columne, Goll und Reichert's Seitenhorn, K. Krause's mittleres Horn (*C*)], welche an dem untern Abschnitte des Dorsaltheiles verschwindend klein, hingegen an den oberen Parthieen gut ausgeprägt ist, am Cervicaltheile hingegen mit den aufgequollenen Vorderhörnern verschmilzt. In den Maschen des erwähnten Seitenreticulums sieht man Querschnitte längsverlaufender Nervenröhren. Nach eigenen Untersuchungen des Verfassers sind in diesem Seitenreticulum bei Pferden zahlreiche Ganglienzellen vorhanden. Zwischen den hinteren und vorderen grauen Columnen, zu beiden Seiten des Centralkanales findet sich ferner ein Zellhaufen, welcher nach seinem Entdecker als Clarke'sche Säule (Columna vesicularis Clarke, Stilling's Dorsalkern, W. Krause's Respirationskern, Fig. 172 *Co*) bezeichnet wird, die Zellen desselben bilden, besonders im untern Abschnitte des Dorsalrückenmarkes scharf abgegrenzte Gruppen. Nach Stilling befindet sich der grösste Durchmesser der Clarke'sche Säule im untersten Abschnitte des Dorsaltheiles, und zwar an der Ursprungstelle des zwölften Rückennerven, wo er beim Menschen 0·69—0·74 □ Mm beträgt. Von hier ab kann die Columna vesicularis blos bis zum Ursprunge des dritten Lendennerven verfolgt werden, an welcher Stelle sie mit einem Durchmesser von 0·61 □ Mm. aufhört. Nach aufwärts erstreckt sich dieselbe bis zum siebenten Halsnerven, hier ist sie 0·09 □ Mm. breit und hört darüber auf. Ihre deutlichste Form besitzt sie demnach zwischen den neunten Dorsal- und den dritten Lumbalnervenursprungsstellen. Auffällig ist, dass an diesen Stellen, ebenso wie an der ganzen Dorsalparthie, wenig Ganglienzellen in den Vorderhörnern der grauen Substanz vorkommen, hingegen in der Hals- und Lumbalanschwellung, wo die Clarke'schen Säulen sehr schwach ausgeprägt sind, die Ganglienzellen um so deutlicher entwickelt erscheinen. An jenen Stellen ferner, wo die Clarke'schen Säulen aufhören, kommen gruppenweise einzelne Zellen vor, so dass diese gleichsam eine Fortsetzung der zwei Säulen bilden, man pflegt diese in der Höhe des zweiten und dritten Sacralnerven als Sacralkern, in der des dritten und vierten Cervicalnerven als Cervicalkern Stilling's zu benennen. Bei mässiger Vergrösserung erscheint die graue Substanz des Rückenmarkes in zweierlei Abstufungen, die eine wird durch die spongiöse, die andere durch die gelatinöse Substanz bedingt. An dem Dorsaltheile tritt noch eine dritte hinzu, die der bereits erwähnten Columna vesicularis, an Farbe und Consistenz am meisten der weissen Substanz gleichkommend. Die spongiöse Substanz (Neuroglia) bildet die Grundsubstanz der grauen Säulen, die gelatinöse Substanz umgibt die hintere Fläche der hinteren

Columnen in Form eines halbmondförmigen Saumes, in kleinerem Maasse auch die Seitenränder der letzteren.

Die grauen Columnen enthalten in Neuroglia gebettete grössere und kleinere Ganglienzellen, Blutgefässe und nach allen Richtungen hinziehende Nervenfasern. Die Ganglienzellen sind reichlich mit nach den verschiedensten Richtungen und Ebenen ausstrahlenden Fortsätzen ausgestattet. Der Gestalt nach sind die Ganglienzellen sternförmig und entsenden aus dem granulirt faserigen Zellleibe (Fig. 171 *st*) zweierlei Fortsätze (Ganglienzellen der Vorderhörner). Der eine dieser Fortsätze ist faserig und baumförmig verzweigt und wird Protoplasmafortsatz (*pn*) genannt, der andere (meist blos einer, seltener zwei und äusserst selten drei) ist gerade, glänzend, ungetheilt, entspringt aus dem Zellleibe, dem um den Kern belegenen Protoplasma (nach Arnold aus den Kernkörperchen) oder aus einer der grösseren Wurzeln des Protoplasmafortsatzes und geht sehr bald in eine markhaltige Nervenfaser über. Man nennt ihn nach Deiters Axencylinderfortsatz (*tn*). Die Enden der sich — wie erwähnt — baumförmig verzweigenden Protoplasmafortsätze verlieren sich als feinste Fädchen in der Neuroglia des Rückenmarkes. Es war bereits Deiters bekannt, dass von den Seiten der Protoplasmafortsätze aus dreieckiger Basis feinste Nervenfibrillen entspringen, von welchen er, sie als Axencylinderfibrillen (*tr*) benennend, annahm, dass sie sich zu Axencylindern zusammensetzen.

Gerlach behauptet auf Grund seiner Untersuchungen, dass durch die Bildung der feinsten Endzweige der Protoplasmafortsätze zu einem dichten Nervengeflechte und Netzwerke, die Ganglienzellen der benachbarten Vorderhörner, ja diese auch mit denen der hinteren Säulen durch dieses Netzwerk in directer Verbindung stehen. Dieser an und für sich schon überaus wichtige Befund ist jedoch bisher für das Rückenmark einzig von Gerlach allein constatirt worden; hingegen haben Rindfleisch u. A. den Zusammenhang der Zellen mit dem Protoplasmafortsatz-Netzwerke für das Gehirn nachgewiesen.

Von den Ganglienzellen der hinteren Rückenmarkscolumnen nimmt ferner Gerlach an, dass sie keinen eigenen, dem Zellkörper entstammenden Axencylinderfortsatz besitzen, sondern dass dies ein aus feinsten Fasern der Protoplasmafortsätze zusammengesetzter Strang ist, welcher zu den Hörnern der hinteren grauen Columnen hinzieht.

Die Ganglienzellen der Vorderhörner besitzen mehr Fortsätze, sind grösser und zahlreicher als die der Hinterhörner, und stehen in einzelnen Gruppen beisammen.

Die Axencylinderfortsätze jener Ganglienzellen, welche an der Grenze der weissen und grauen Substanz liegen, kann man häufig in die Wurzeln einlaufen sehen, und eine Strecke lang verfolgen. Die Zellen selbst sind — wie bereits erwähnt — in

Gruppen oder Bündel (Stränge) in den grauen Säulen des Rückenmarkes angeordnet. Aus diesem Grunde springt an der Cervical-

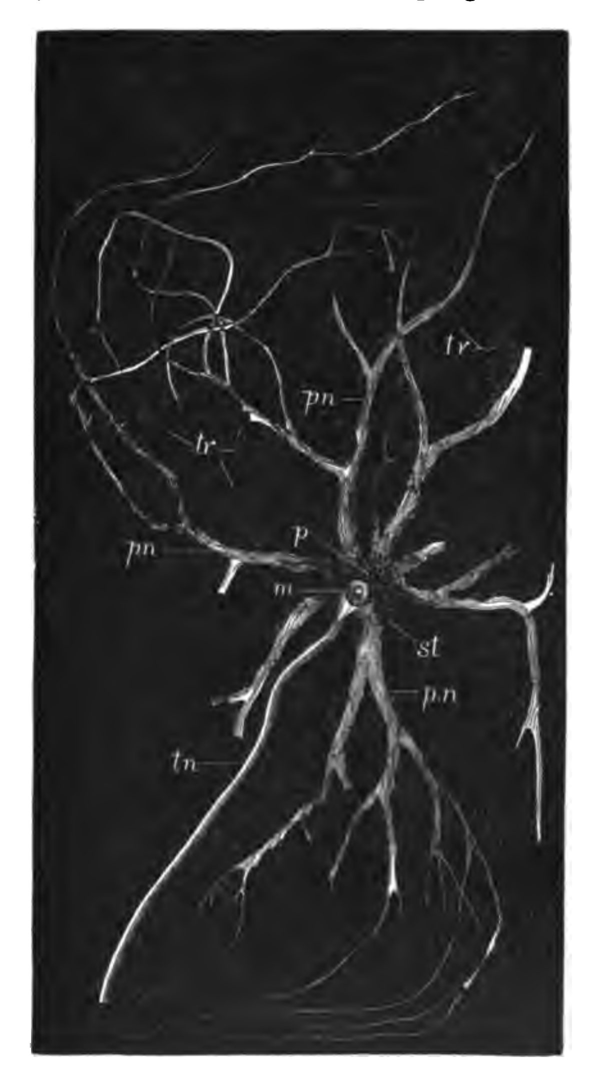


Fig. 171. Isolirte Ganglienzelle nach Deiters. *st* = Zellkörper; *pn* = Protoplasmafortsätze; *tn* = Axencylinderfortsätze; *tr* = Axencylinderfibrille; *m* = Kern.

und Lumbalanschwellung die graue Substanz in die weisse vor und theilt sich der bishin einfache Strang ober der Cervicalanschwellung in zwei, ja drei isolirte kleinere Bündel. Ausser-

dem bemerkt man noch einen cylinderförmigen oder prismatischen, gegen die Mitte zu gelegenen Strang in den Vorderhörnern, der meistens in 2—3 Bündel zerfällt. Dieses ist der am vorderen Rande des Vorderhorns befindliche Strang, der sich sowohl seitlich und nach innen, als nach aussen erstreckt. Daneben kommen isolirte Zellen im Gewebe zerstreut vor, und bewirken das verschwommene Aussehen der Stränge am Dorsal- und Cervicalabschnitte. Der bereits angeführte Tractus intermedio-lateralis bildet im unteren Dritttheile der Cervicalanschwellung und an der benachbarten Dorsalparthie noch einen dritten, aus kleinen und grossen Zellen zusammengesetzten Strang. Das Hinterhorn besitzt blos isolirte, kleinere, mit wenig Fortsätzen versehene Zellen, deren kaum einige die Grösse der in den Vorderhörnern vorfindlichen erreichen.

Weisse Substanz. Die weisse Substanz, welche die graue, H förmige überkleidet, besteht zumeist aus markhaltigen Nervenfasern, welche in bereits angeführter Weise in verschiedenen Strängen angeordnet erscheinen. Die Mehrzahl derselben verläuft der Länge, ein kleiner Theil der Quere nach. Doch auch die der Länge nach (senkrecht) angeordneten Fasern haben keinen geraden Verlauf, sondern bilden miteinander sowohl spitze als stumpfe Winkel, oder ziehen wellenförmig geschlängelt aufwärts im Rückenmarke. Ebenso streichen die horizontal verlaufenden und in Wurzeln sich fortsetzenden Fasern oft auf und ab und biegen nach der Seite aus. Die mit dickster Markscheide und ebensolchen Axencylindern versehenen Fasern sind an den peripheren Theilen, die dünneren hingegen central in der weissen Subtanz angebracht; ebenso besitzen die Hinterstränge feinere Nervenröhren als die vorderen; in den Seitensträngen finden sich durch feinere Züge abgetheilte dickere Faserstränge.

Die Fasern der vorderen Commissur werden (von Henle u. A.) zu den Vordersträngen, die der hintern Commissur als zu den hintern grauen Columnen hinziehend betrachtet; man kann auch wahrnehmen, dass einige abgebogene Fasern der vordern Comissur sich in die Vorderstränge einpflanzen. Die horizontalen Fasern der weissen Comissur verbinden die beiden grauen Vorderstränge, man kann sie in der Mehrzahl bis in die Wurzeln derselben verfolgen (Stilling's centrale Nervenbahn). Die motorischen Nervenbündel treten aus dem vordern Rande der Vorderhörner als Stränge (3—8) aus; hier bemerkt man zahlreiche dicke Fasern. Die sensiblen Nervenfasern kommen aus der, die Hinterhörner umkleidenden gelatinösen Substanz in die hinteren Wurzeln, an welchen Stellen die Nervenfasern um Vieles feiner sind als in den vorderen Wurzeln.

Die weisse Substanz enthält in dem die Nervenfasern zusammenhaltenden Gewebe zerstreut grössere mit Fortsätzen ver-

sehene Ganglienzellen; daneben granulirte, kernartige Gebilde und besonders bei grösseren Säugethieren (zumeist der Wiederkäuern) Spinnen-Zellen (s. allg. Theil). An den Berührungsstellen des um die Nervenfasern gelagerten Gewebes sind ferner mit kernförmigen Knotenpunkten und radiär angeordneten Fortsätzen versehene Zellen vorhanden, durch welche die Nervenfasern in Bündel abgetheilt und derartig eingehüllt werden, wie es durch die von Henle entdeckten und nach Ranvier als Sehnenkörperchen beschriebenen Gebilde geschieht. Um die weisse Substanz legt sich noch ein Streifen eines dem Gewebe der weichen Hirnhaut oder aber der Neuroglia in der grauen Substanz ähnlichen Gürtels (Fig. 169 *c*) an, aus welchem einzelne Zweige ringsherum mit den, die weisse Substanz durchsetzenden Bindegewebs-Scheidewänden eintreten. In der Structur gleicht dies vollkommen der, den Centralkanal und die Hinterhörner umfassenden granulirten, kernhaltigen und feinfaserigen gelatinösen Substanz.

Der Endfaden (Filum terminale) des Rückenmarkes gleicht an seinem oberen Abschnitte dem Rückenmarke selbst. Der Centralkanal ist hier ebenfalls von gelatinöser Substanz, Nervenfasern und kleinen alleinstehenden Zellen (von Stilling als Ganglienzellen gedeutet) umrahmt; das blinde Ende desselben in der Mitte des Endfadens ist bereits erwähnt; feine Nerven und Gefässbündel ziehen von hier nach abwärts.

Der Verlauf und Zusammenhang der Faserung in den Hörnern und den einzelnen angeführten Rückenmarksparthien lässt sich äusserst schwierig constatiren. Diesbezüglich liegen von einzelnen Beobachtern — eine Reihe auf Grund seltener Präparate geschöpfter — Behauptungen vor. Ohne auf die Stichhaltigkeit der Angaben näher einzugehen, führen wir in gedrängter Form blos dasjenige an, was auf Grund bisheriger positiver Ergebnisse durch die gelungene Zeichnung unseres Herrn Präparators Flesch in Fig. 172 veranschaulicht wurde. Die in den Vorderhörnern schwarz angelegten Nervenbündel (1) stellen die medialen Hauptstränge der motorischen Nerven, die punktirten Linien (2) die mittleren grossen Strangtheile derselben, die gestrichelten (3) die lateralen motorischen Stränge dar; *mg* 1. 2. 3. bezeichnet die Nerven der vorderen, *hg* 1. 2. die Nerven der hinteren Wurzeln. Wie aus der Zeichnung ersichtlich, hängen die von einer Seite in das Vorderhorn (*Ms*) eintretenden ersten medialen Faserbündel (1) der vorderen motorischen Nervenstränge mit den Zellen des medialen Ganglienhaufens zusammen; die Nervenfasern des zweiten Bündels des medialen Stranges gehen ohne Endigung in demselben Horne, durch die vordere weisse Comissur in das Vorderhorn (*Ms*) der entgegengesetsten Seite; von denen ein Theil abermals ohne Endigung von hier aus nach innen um-

biegt, um in den vorderen weissen Strängen (*mak*) (vordere Grundstrangbahn) nach aufwärts zu ziehen, und welche deshalb (bei X) als Querschnitte dargestellt sind.

Ein Theil des zweiten mittlern Bündels (2) der motorischen Nervenwurzeln endigt nicht in Zellen, sondern biegt am Centralkanale vorbei in die Hinterhörner ab und vertheilt sich hier mit

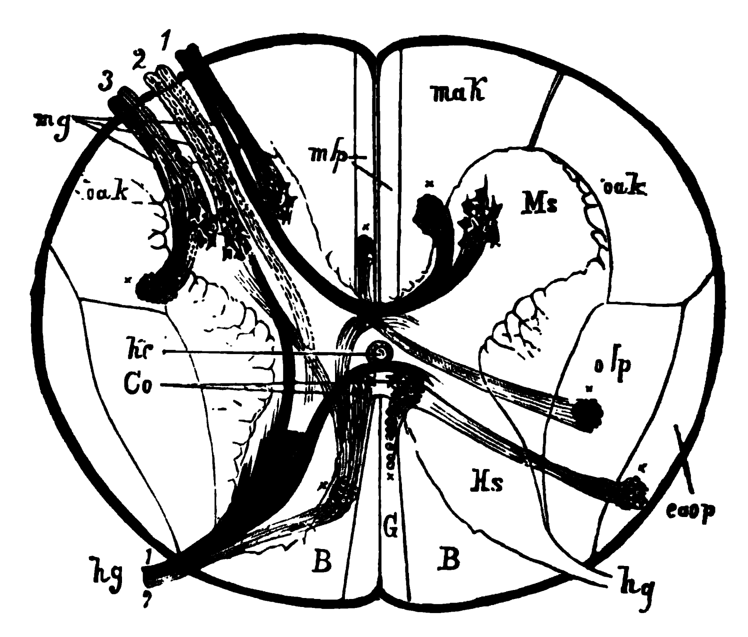


Fig. 172. Verlauf der Faserzüge im Rückenmarke, nach positiven Angaben zusammengestellt von F. Flesch. *Ms* = Vorderhorn; *Hs* = Hinterhorn; *mg* = vordere Wurzel; *mg*, 1, 2, 3 = Nervenstrangbündel der motorischen Wurzel; *hg* = hintere Wurzel; *hg*, 1, 2 = Nervenbündel der hintern Wurzel; *mlp* = vordere Pyramidenbahn; *vlp* = laterale Pyramidenbahn; *oak* = laterale Grundstrangbahn; *aeop* = gerade Kleinhirn-Lateralbahn; *mak* = vordere Grundstrangbahn; *kc* = Canalis centralis med. spin.; *Co* = Columna intermedio-lateralis Clarke's; *G* = Funiculus gracilis Goll; *B* = Funiculus cunestus Burdach; X = quergetroffene Nervenfaserbündel.

bisher nicht weiter erforschter Endigungsweise (wobei es wahrscheinlich ist, dass es durch die Vermittelung seiner isolirt stehenden Zellen mit den Fasern der hinteren Wurzeln zusammenhängt); die Fasern des andern Theiles endigen in der zweiten mittlern Ganglienzellengruppe der Vorderhörner.

Ein Theil der Fasern des dritten oder lateralen Stranges von der motorischen Wurzel, steht mit den Zellen des äussern Zellhaufens des Vorderhornes in Verbindung und ist es nicht ausgeschlossen, dass die aus dieser Zellenmasse neuerdings entspringenden Nervenfasern nach aussen und oben gebogen, nach kurzem Verlaufe in den Seitensträngen der weissen Substanz [*oak*)

[(*oak*, ×) (**lateraler Grundstrang**) nach aufwärts ziehen (punktirte Linie) und desshalb gleichfalls als Querschnitte gezeichnet werden mussten. Einzelne (äusserste) Fasern dieses dritten Wurzelstranges gehen nicht zu Ganglienzellen, sondern führen, nach ihrem in die Seitenstränge erfolgten Eintritte direct nach oben.

Die lateralen Fasern (rein sensitiv, *hg* 1) der hinteren sensitiven Wurzeln zertheilen sich aufwärts strebend, zuerst im Hinterhorne und können einzelne Aeste derselben bis in die Vorderhörner verfolgt werden; doch ist deren Zusammenhang weder für die vorderen noch hinteren Hörner genau ermittelt. (Wahrscheinlich stehen sie mit den Ganglienzellen der Hinterhörner in Verbindung.) In eben diesem hintern Horne bezeichnen die im Querschnitte dargestellten Nerven (×) die daher entspringenden und nach aufwärts ziehenden Nervenfasern. Die mit 1 bezeichneten Bündel des Hinterhornes, und zwar der innere Strang (der Zeichnung) ist bis zur hintern Commissur zu verfolgen; sein weiterer Verlauf oder Endigung ist unbekannt; das mediale Bündel (2) des Hinterhorns pflanzt sich durch die Hinterhörner in den Burdach'schen Strang ein, und geht hier in aufwärts ziehende Nervenbündel über (×), ein Theil der Fibrillen dieser Fasern hängt — gegen den Centralkanal zu verlaufend — mit den Zellen der Clarke'schen Säule zusammen (*Co*); während daraus (aus dem nach aufwärts ziehenden Nervenbündel) nach aussen durch das Hinterhorn ein motorischer Nervenstrang gegen das Vorderhorn zu hinzieht, gehen ausserdem mediale (mittlere) Fasern durch die mittlere Commissur nach der entgegengesetzten Seite; eine Verbindung beider Faserzüge mit Ganglienzellen ist bisnun nicht constatirt worden.

Die rechte Seite der Figur stellt den Verlauf der in Ganglienzellen nicht endigenden, aus der weissen Substanz in die graue, und umgekehrt aus dieser entstammenden Nervenfasern dar. Man bemerkt, wie die, aus der lateralen Pyramidenbahn (*olp* ×) eingepflanzten und gerade verlaufenden Nervenbündel durch die graue Substanz und vordere Commissur sich in die vordere Pyramidenbahn (*mlp* ×) einsenken und umgekehrt; ferner aus dem Bündel der geraden Kleinhirnlateralbahn (*eaop* ×) durch die graue Substanz in die Clarke'sche (*Co*) Säule derselben Seite und von hier aus wieder in den Goll'schen Strang einsetzen.

Sämmtlich diese Angaben entstammen genau untersuchten Präparaten einiger Autoren; weitere beruhen rücksichtlich der Rückenmarksfaserung theils auf alleinstehenden histologischen Befunden, oder aber Schlussfolgerungen aus physiologischen Experimenten; letzteren, wenngleich dieselben als genug wichtig betrachtet werden, kommt vorderhand blos eine mehr hypothetische Bedeutung zu. Hiezu muss jedoch bemerkt werden, dass die Folgerungen der auf embryologischen Daten basirenden

Befunde von Flechsig sehr grosse Wahrscheinlichkeit besitzen und in vieler Beziehung Facten sind, so dass ein Eingehen auf dieselben, wenn auch in möglichster Kürze geboten erscheint.

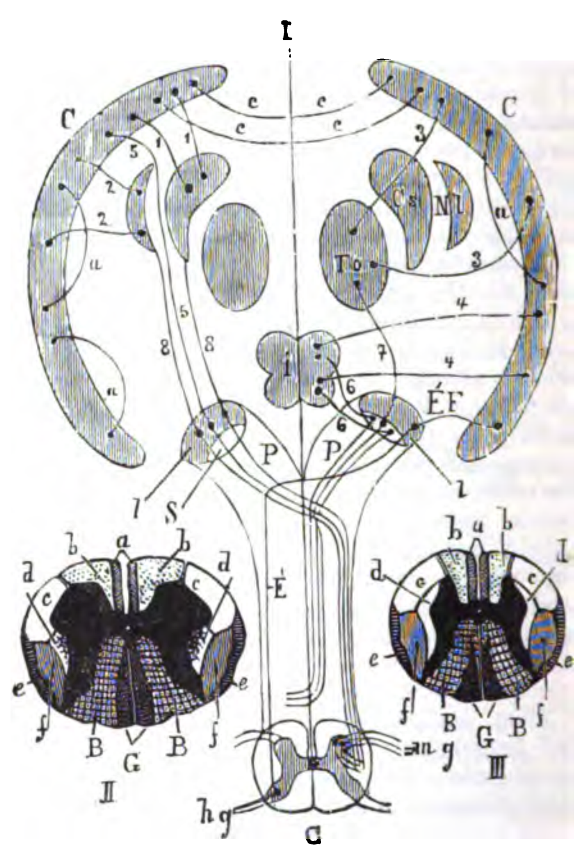


Fig. 173. I = Schema der Hirn- und Rückenmarksfaserung, nach **Meynert**, **Landois** und **Flechsig**; II = Schema des Faserverlaufes von der Cervicalanschwellung im Rückenmarke: III = ebendasselbe von der Brustgegend; *a* = vordere Pyramidenbahn; *b* = Grundbündel des Vorderstranges; *c* = seitliche Grundstrangbahn; *d* = **Rolando**'sche gelatinöse Substanz; *e* = Kleinhirn-Lateralstrangbahn; *f* = seitliche Pyramidenbahn; *G* = **Goll**'scher Strang; *B* = **Burdach**'scher Strang. (Der schwarzgelassene mittlere H-förmige Theil in II u. III sind die grauen Columnen des Rückenmarkes).

Die Längsfasern des Rückenmarkes werden nach den seit lange an ihnen bekannten Functionen in specielle Bündel eingeordnet. So war es bereits Türk bekannt, dass bei Erkrankungen gewisser Hirnparthieen blos bestimmte Faserzüge des Rückenmarkes secundär erkranken; ebenso constatirte Schieferdecker, dass bei Durchtrennung des Rückenmarkes die fettige Degeneration sowohl nach auf- als abwärts blos in bestimmten Strängen fortgepflanzt erscheint.

Schliesslich brachte Flechsig bei dem Studium der Entwickelung des gesammten centralen Nervensystems die überraschende Thatsache zur Kenntniss, dass die Nervenfasern der einzelnen Ganglien und Stränge in verschiedenen Stadien der Entwickelung mit Markscheiden versehen sind, aus welchen Daten er jene Bahnen feststellte, welche — in ihrem Zusammenhange vom Rückenmarke angefangen bis zu den höheren Centren, sogar bis zu der Hirnrinde — auf anatomischer Basis im Zusammenhange demonstirt werden können. Als Hauptresultate seiner Untersuchungen ergeben sich: 1. Die vordern Pyramidenbahnen (Fig. 173 bei II und III *a*) und die Vorder-Strangbahn (*b*) liegt in den Vordersträngen des Rückenmarkes neben der vordern Längsfissur. 2. Der Hinterstrang besteht aus den schlanken oder Goll'schen (*G*) und den keilförmigen oder Burdach'schen (*B*) Strängen. 3. In den Seitensträngen verläuft die laterale Grundstrangbahn (*c*) und die Substantia gelatinosa Rolandi (*d*), die seitliche Pyramidenbahn (*f*) und die gerade Kleinhirn-Lateralstrangbahn (*e*). Von diesen wird durch die Theile *a* und *f* die Verbindung aus der grauen Substanz des Rückenmarkes durch den Fuss der Hirnschenkel, und darüber in die Rinde der mittlern Hirnwindung (I. 5) hergestellt; der Theil *e* verbindet das Kleinhirn mit der grauen Substanz des Rückenmarkes; *b* und *c* bedeuten ferner die Verbindung von Reflexbahnen zwischen Rücken- und verlängertem Marke, und enthalten ausserdem noch Fasern, welche als vordere Wurzeln direct nach aufwärts ziehen, und hintereinander in die graue Substanz eintreten. Der Theil *G* vermittelt die Verbindung der Hinterhörner mit den grauen Kernen des Funiculus gracilis der Medulla oblongata; endlich der Burdach-sche Strang (*B*) diejenige des Kleinhirns mit dem Rückenmarke. Das weitere Eingehen auf die übrigen, bemerkenswerthen Deductionen von Flechsig verbietet der Rahmen dieses Werkes.

Anatomische Structur des verlängerten Markes.

Das verlängerte Mark (Medulla oblongata) erstreckt sich vom ersten Cervicalnerven bis zum caudalen Ende der Brücke und bildet theils die Fortsetzung des Rückenmarkes, theils selbständige Faserzüge. Man unterscheidet an demselben folgende Abschnitte: Ventral: 1. An der Markhülle der Medulla oblongata: a) die Fortsetzung der vordern und der medialen (Längs-)Fissur des Rückenmarkes; b) die ventralen Lateralfurchen; seichter und verschwommener, als am Rückenmarke und stellenweise blos durch die Hypoglossus-Linie (den Austritt dieser Nervenfasern) bezeichnet; c) die Pyramiden (Corpora pyramidalia) zu beiden Seiten der Medianfurche als zwei dünne, deutlich ausgeprägte Bündel feiner Nervenfasern, welche aus der Pyramiden-Seitenstrangbahn und bei Carnivoren aus der sich schwach kreuzenden Pyramiden-Vorderstrangbahn entspringen, und unter der Brücke verschwinden, um nach ihrem Eintritte in die Grosshirnschenkel in der Rinde des Grosshirnes zu endigen und die motorischen Projectionssysteme des Grosshirnes (und der Vorderhörner des Rückenmarkes) zu bilden; d) die seitlich an jeder Pyramide wahrnehmbare dreieckige Erhabenheit, bisher an den Hausthieren als Oliven bezeichnet. Diese entsprechen aber weder den nasalen (vorderen) noch caudalen (hinteren) Oliven (die bei Hausthieren versteckt vorhanden sind), sondern dem Ursprunge des VII. Hirnnervenpaares und werden mit Franck als Tubercula facialia bezeichnet. Beide erwähnten Höckerchen sind sowohl median als lateral durch Nervenstränge begrenzt; der mediale Strang entspricht den zur Seite abgebogenen vorderen Strängen, der laterale aber einem Theile der Seitenstränge. 2. An der ventralen Seite des verlängerten Markes befinden sich ferner in zwei Gruppen getheilte, schräg verlaufende Fasern, die als: a) äussere (Gürtel)-Bogenfasern

(Stratum zonale Arnoldi, Fibrae arciformes externae), an den Haussäugethieren besonders deutlich entwickelt, welche seitlich vom Hypoglossus-Kerne entstammen und nach vorne und rückwärts zum Kleinhirn ziehen; sie bilden grösstentheils einen Abschnitt des strangförmigen Körpers (ausser diesem auch hauptsächlich den Burdach'schen Strang und die geraden Kleinhirnbahn-Bündel), an dessen hintern Rand sich ein weisses, zur geraden Kleinhirn-Seitenstrangbahn hinziehendes Band gesellt; b) die Vorbrücke (Corpus trapezoides, Ponticulus vel Propons), ein querbandförmiger, in das Gebiet der Bogenfasern gehöriger Faserzug, welcher gleich hinter der Brücke belegen und aus den Pyramiden seitlich entspringend, im Kleinhirn ausstrahlt. Beim Menschen von der Brücke überdeckt (bei Hausthieren ist dies nicht der Fall), steht dieselbe wahrscheinlich mit den nasalen Oliven in Verbindung.

An der Dorsal-Fläche der Medulla oblongata nimmt man wahr: a) die stark ausgeprägten Hinterstränge des Rückenmarkes, welche deutlich in zwei gesonderte Abschnitte: α) in die schlanken Stränge (Funiculus gracilis) und β) in den Ueberrest des gewesenen Hinterstranges, in die sogen. Keil-Stränge (Funiculus cuneatus) zerfallen.

α) Der schlanke Strang (Funiculus gracilis) bildet die Fortsetzung des Goll'schen Stranges vom Rückenmarke, und tritt an der Medulla am deutlichsten, besonders von den Keilsträngen genau abgegrenzt, auf. Eine Ausnahme bildet die Medulla oblongata vom Pferde. Am Beginne der Rautengrube sind die schlanken Stränge an die Seite geschoben, schwellen an und übergehen in den Kern der so gebildeten Anschwellung (Clava), den Nucleus funiculi gracilis. β) Der Keilstrang (Funiculus cuneatus, Burdach'scher Strang). Ist eigentlich der Rückenmarkhinterstrang (ohne den Funiculus gracilis), schwillt an den Seiten der Rautengrube hügelig an (Keilhöcker, Tuberculum cuneatum, Schwalbe) und schliesst den Kern des Keilstranges (Nucleus funiculi cuneati) ein, in welchem er einstweilen endigt.

b) Vom Keilstrange nach aussen liegt der Orlando'sche (auch Rolando'sche) Strang (Funiculus Orlandi, Seitenstrang Henle's), und bildet eigentlich das, in der dorsalen Seitenfurche beinahe zur Oberfläche tretende und nur durch eine dünne Markschichte bedeckte Hinterhorn der grauen Rückenmarksubstanz, dessen Anschwellung als Orlando'scher Höcker (Tuberculum Orlandi, auch Rolandi) bekannt ist. Der ganze Strang entspricht der aufsteigenden Wurzel des V. Hirnnervenpaares (N. trigeminus).

c) Die Seitenstränge des Rückenmarkes setzen sich ebenfalls auf das verlängerte Mark fort, sind jedoch nicht deutlich ausnehmbar, da die Dorsalfurche des Rückenmarkes verschwindet und nur durch die Austrittsstellen des IX., X. und XI. Hirnnervenpaares markirt wird.

d) Die Vorder-Grundstränge des Rückenmarkes werden durch die Pyramiden, theils nach den Seiten, theils nach der Tiefe verschoben, liegen über den Pyramiden an der ventralen Seite des Centralkanales und werden nach Forel auch interoliväre Schichte genannt. Daraus entspringt in bisher nicht ergründeter Weise, durch Ganglienzellen unterbrochen, die sogen. Schleife (Lemniscus). Aus der Mitte dieser zieht nun ein Theil der Fasern der gewesenen Vorderstränge vom Tuberculum faciale an die Oberfläche, deren einzelne bis zum Vierhügel zu verfolgen sind. Ueber den Verlauf der übrigen Faserstränge im verlängerten Marke ist nichts weiter bekannt.

e) Die strickförmigen Körper (Corpora restiformia, Pedunculi cerebelli, Crura cerebelli ad medullam oblongatam). Im weitern Sinne wurde unter dieser Bezeichnung alles zusammengefasst, was von der hintern Seitenfurche (und deren Fortsetzung: der Accessorius-Vagus-Linie) dorsal und medial belegen ist, somit: die Funiculi graciles et cuneati, der Funic. Rolandi und die Fibrae arciformes

Arnoldi. zu welchen sich noch Fasern aus der geraden Kleinhirn-Lateralstrangbahn gesellen. Im engern Sinne werden jedoch unter diesem Namen der Corp. restiformia blos α) die Bogenfasern, β) die gerade Kleinhirn-Seitenstrangbahn und γ) die zu dieser führenden eigenen Fasern verstanden.

α) Die Bogenfasern sind theils einfache, theils gekreuzte; diese entspringen aus den unteren Oliven der entgegengesetzten Seite, jene aus den entsprechenden Seitenstrangkernen und strahlen — nach Gudden — convergirend im Kleinhirn aus; ihre Endigung ist unbekannt. β) Die geraden Kleinhirn-Seitenstrangbahnen sind zumeist mit freiem Auge sichtbar und legen sich an das caudale Ende der äussern Bogenfasern an. γ) An der medialen Oberfläche der äusseren Bogenfasern, der Eintrittsstelle der Corpora restiformia in das Kleinhirn, findet sich eine Zellengruppe, aus welcher Fasern entspringen, welche eigentlich noch zu den strickförmigen Körpern (Corp. restiformia) gehören und die Kleinhirnschenkel zum verlängerten Marke (im engern Sinne) darstellen.

Feinere anatomische Structur des verlängerten Markes.

An bestimmten Stellen der grauen Substanz der Medulla oblongata sind die H-förmigen grauen Säulen des Rindenmarkes noch deutlich zu erkennen. In der Höhe des ersten Cervicalnerven weichen die Hinterhörner bereits auseinander und erscheinen — durch Zunahme der schlanken Stränge — schliesslich an den Seiten des Centralkanales; der Kopftheil derselben schwillt an, sie werden rundlich und lösen sich durch die auftretende reticuläre Formation vom Halstheile des Hinterstranges ab. Die erwähnten Kerne der Funiculi graciles und cuneati sind demnach gleichsam Auswüchse der frühern Hinterhörner. Die Vorderhörner werden stetig gegen die Dorsalseite hingedrängt und liegen — nachdem die hintere Längsfissur und der Centralkanal des Rückenmarkes sich zum 4. Gehirnventrikel ausweiteten, neben der medianen Furche als langgestreckte wulstige sogen. runde Stränge (Fasciculi teretes). Vorher jedoch werden die Köpfe der Vorderhörner durch die Pyramidenkreuzung von den Halstheilen derselben abgeschieden, durch die dieselben durchsetzenden bogenförmigen Fasern total zerstreut und sowohl die Vor- als Hinterhörner zu Nervenkernen umgestaltet. Die Fortsetzungen der runden Stränge, als auch der Hinterhörner gehen schliesslich in die centrale lacunöse graue Substanz über, welche unter den Sehhügeln abgeschlossen wird.

In der Medulla oblongata befinden sich ferner auch Kerne, welche nicht aus dem Rückenmarke entstammen; diese sind die Oliven. Man unterscheidet zweierlei Oliven und zwar die oberen (vorderen, nasalen) und die unteren (hintern, caudalen); a) die untere Olive oder einfach Olive genannt, ist bei Hausthieren weniger entwickelt als beim Menschen, und beginnt beim Pferde etwa 3·5 Cm. unter dem caudalen Rande der Brücke, erreicht 2 Cm. darunter die stärkste Ausdehnung, liegt von den Pyramiden in dorsaler Richtung, grenzt an die Raphe; — seitlich davon verlaufen die Wurzelfasern des Hypoglossus — und ist etwa 2 Cm. lang. In ventraler Richtung davon verläuft der Pyramiden-Faserzug; daneben liegen zwei kleinere Kerne, welche als mediale Nebenoliven (Henle's Pyramidenkerne) bezeichnet werden. b) Als laterale Nebenoliven, auch Kern der Seitenstränge (Nucleus funiculi lateralis) wird eine Ganglienzellenanhäufung (bei Hunden und Katzen besonders deutlich ausgeprägt) benannt, welche an der Gegend der Lateralstränge seitlich von der Pyramidenkreuzung (und der Hypoglossus-Linie) belegen ist. Beim Pferde liegt der Seitenstrangkern etwas hinter der Olive, etwa 3·5 Cm. vom caudalen Rande der Brücke in einer Länge von circa 1·5 Cm. Aus jeder entgegengesetzten (untern) Olive und dem gleichseitigen Lateralstrang-

kerne entspringen Bogenfasern (Gudden), welche schliesslich die strickförmigen Körper bilden. c) Die obere (nasale) Olive ist bei Herbivoren und besonders beim Pferde schwach vorgebildet. Bei genannten Thieren liegt dieselbe 0.25 Cm. hinter dem caudalen Rande der Brücke [demnach an der Grenze der Vorbrücke (Propons)], hier den Hauptkern besitzend. — dazu erwachsen später zwei Nebenkernchen — und endigt etwa 0·5 Cm. in nasaler Richtung vom caudalen Ende der Brücke. Zwischen den oberen Oliven auf beiden Seiten finden sich deutlich ausgebildete Querfasern; seitlich von diesen verlaufen die Wurzeln des VI. Hirnnervenpaares (N. abducens). Die aus den oberen Oliven entspringenden Fasern scheinen in den Bogenfasern der Vor- und echten Brücke, theils derselben, theils der entgegengesetzten Seite überzugehen und im Kleinhirn zu endigen.

d) Auffallend ist in der Medulla oblongata die sogen. reticuläre Formation, ein Gemenge von grauer Substanz und Nervenfasern. Schon zwischen dem I. Cervical- und dem XII. Hirnnerven lösen sich aus den Hinter- und Vorderhörnern graue Massen los, welche die weisse Markhülle als verästelte Faserzüge quer durchsetzen, diese zerfasern und dadurch dem Ganzen ein netzwerkartiges Gepräge verleihen; durch das, aus der weichen Hirnhaut entstammende Bindegewebe erlangen dieselben eine grössere Stütze, weiter nach vorne treten noch Bogenfasern dazu (Fibrae arcuatae internae = innere Bogenfasern). Alles dies zusammen ergibt die reticuläre Formation (Deiters). Ein grosser Theil der Längsfasern entstammt den Vorder- und Seitensträngen des Rückenmarkes, doch entspringen daraus auch neue Fasern, welche den centralen Abschnitt des verlängerten Markes einnehmen und geradeaus zur Haube ziehen. e) In der grauen Substanz der Medulla oblongata sind ferner die Kerne mehrerer Hirnnerven zu finden, und zwar die Kerne des XII. und XI. Hirnnervenpaares, dann die des X., IX. und VIII., ferner die des VII. und VI., als auch der Kern der aufsteigenden und motorischen Wurzel des V. Hirnnervenpaares. f) Die Scheidewand (Raphe, Septum, Naht) halbirt, beziehentlich verbindet die beiden Hälften der Medulla oblongata und entspricht der longitudinalen (ventralen) Fissur des Rückenmarkes und wird aus Bindegewebe, Nervenfasern und Ganglienzellen zusammengesetzt. Die Nervenfasern des Septums gehören Bogenfasern an, welche von einer Seite der Raphe zur andern hinziehen und sich kreuzen; Ganglienzellen, aus welchen unzweifelhaft die Bogenfasern der Raphe entstammen, sind besonders bei Herbivoren stärker vertreten. Die Raphe setzt sich in die Brücke und in die Haube fort. In ventraler Richtung etwas seitlich davon findet sich ein Kern, der als Kern der bogenförmigen Fasern (Nucleus arciformis, auch Nucl. arcif. major) bezeichnet wird; zwischen der Raphe und dem Ueberreste des Vorderstranges liegt ausserdem der kleinere Bogenfaserkern (Nucl. arcif. minor); einige derselben finden sich auch an der Lateralseite der Oliven.

Die Brücke (Pons, Varolsbrücke, Pons Varoli; Synonyme: Hirnknoten, Nodus cerebri, Commissura cerebelli, Protuberantia basilaris) stellt sich als ein, an der Basis des Kleinhirnes querverlaufender Faserzug dar, welcher die Pyramiden und zum Theil auch die Grosshirnschenkel überdeckt. An ihrer ventralen Oberfläche läuft eine mediane Furche (Sulcus basilaris) zur Aufnahme der Arteria basilaris. Zu beiden Enden verschmälert sich die Brücke und geht in die Brückenschenkel über. Man unterscheidet an derselben: a) querverlaufende Fasern. b) graue Substanz und c) Längsfasern.

a) Die Querfasern sind sowohl oberflächliche (ventral belegene) als tiefliegende, kreuzen sich in der Median-Ebene und bilden eine Raphe-ähnliche Scheidewand (Septum pontis), durch welche die Pyramiden in einzelne Fasern zerspalten werden. b) In der grauen Substanz sind zahlreiche Nester kleiner Ganglienzellen, zwischen den Bündeln der Querfasern und der Pyramiden eingestreut, welche als Brückenkern (Nucleus

pontis) bezeichnet werden. c) Die Längsfasern sind fein, entspringen wahrscheinlich dem Brückenkerne und vermischen sich nach ihrer Kreuzung möglicherweise mit den Fasern der Grosshirnschenkel.

Die Bahn der Faserzüge von der Brücke zum Kleinhirn ist bis nun unbekannt, wahrscheinlich entstammen den grauen Kernen der Brücke solche Fasern, welche sich mit den Grosshirnschenkeln verbinden, dann aber andere, die (als Querfasern) aus diesen Kernen sich ins Kleinhirn einpflanzen. Es ist demnach die Brücke — als zwischen Gross- und Kleinhirn eingeschaltetes Mittelstück — durch ihre grauen Kerne, der Träger der Verbindung zwischen beiden genannten.

Der vierte Gehirnventrikel (Fig. 174 4 *a. g.*) (Ventriculus quartus, Synonym: Kammer der vierten Gehirnhöhle) wird vom Zelte (Tentorium) [(welches durch das vordere und hintere Marksegel (Velum medullare anticum et posticum, Fastigium, Reichert) zusammengesetzt wird, über welchem der Wurm des Kleinhirnes liegt] bedeckt; nach vorne hängt derselbe mit der Sylvius'schen Wasserleitung, nach hinten mit dem Centralkanale des Rückenmarkes zusammen, sein Boden aber wird durch das verlängerte Mark und dessen über der Brücke belegenen Fortsetzung gebildet. Man unterscheidet daran folgende Abschnitte: a) die Decke, welche vom Dorsaltheile des Kleinhirnes gebildet und über dem, zwischen nasalem und caudalem Theile des Wurmes belegenen, engen Raume zum Markkerne des Wurmes führt. Nach vorne (nasal) bildet die Decke des vierten Hirnventrikels das vordere, nach hinten (caudal) das hintere Marksegel.

Das vordere (nasale) Marksegel (Velum medullare anterius, Valvula cerebelli anterior) ist eine Fortsetzung der Hirnsubstanz und beginnt — mit dem Züngelchen (Lingula) verbunden — an der Zeltspitze, legt sich seitlich an die Bindearme des Kleinhirnes an und endigt im caudalen Corpus quadrigeminum (*i'—i'*) an der Kreuzungsstelle des IV. Gehirnnervenpaares (N. trochlearis), Es besteht aus einer, aussen mit dünner Schichte grauer Substanz bekleideten Markmasse, die nach innen vom Epithel des 4. Ventrikels überzogen ist.

Das hintere Marksegel (Velum medullare posterius, hintere Gehirnklappe) ist bei weitem dünner als das vordere und an sämmtlichen Hausthieren deutlich ausgebildet, besteht aus Hirnsubstanz und bildet die Decke des 4. Hirnventrikels. Das caudale Ende legt sich an beide Funiculi graciles (*fg*) und zwar an deren Keulen (Clavae) an und ist bis zum sogen. Gehörhöcker [Tuberculum acusticum (*ta*)], — entlang des N. acusticus eine kräftige Anschwellung bildend, — unter dem Nodulus bis zum Markkerne des Kleinhirns, mit welchem es zusammenhängt, zu verfolgen. Während das vordere Marksegel die vordere Wand des Zeltes vom 4. Hirnventrikel darstellt, fällt dem hintern Marksegel die Bildung der hintern Wand zu. Ferner bildet der 4. Hirnventrikel über dem Ursprunge des N. acusticus, an Stelle der seitlichen Anheftung des hintern Marksegels, eine seitliche Ausbuchtung (Seitenbucht, Seitenerweiterung, Recessus lateralis, Reichert). Jener Theil des hintern Marksegels, welcher am oberen dreieckigen Ende der schlanken Stränge den 4. Hirnventrikel abschliesst, wird beim Menschen Riegel (Obex), die am Tuberculum acusticum (*ta*) längs und an den strickförmigen Körpern verlaufende laterale Anheftung, Riemchen [Ligula (Synonyme: Taenia sinus rhomboidalis, Taenia ponticuli, Ala pontis, Reichert)] genannt.

kerne entspringen Bogenfasern (Gudden), welche schli
förmigen Körper bilden. c) Die obere (nasale) Oliv
und besonders beim Pferde schwach vorgebildet. B
liegt dieselbe 0.25 Cm. hinter dem caudalen Rande d
der Grenze der Vorbrücke (Propons)], hier d
— dazu erwachsen später zwei Nebenkernchen —
in nasaler Richtung vom caudalen Ende der Br
Oliven auf beiden Seiten finden sich deutlich
lich von diesen verlaufen die Wurzeln des VI. H
Die aus den oberen Oliven entspringenden
fasern der Vor- und echten Brücke, the
gesetzten Seite überzugehen und im Klei

d) Auffallend ist in der Medulla
Formation, ein Gemenge von grau
zwischen dem I. Cervical- und der
Hinter- und Vorderhörnern graue
hülle als verästelte Faserzüge q
durch dem Ganzen ein netzwerk
der weichen Hirnhaut entstam
grössere Stütze, weiter nach
arcuatae internae = inne
die reticuläre Formatio
entstammt den Vorder-
springen daraus auch ne
längerten Markes einne
grauen Substanz der M
Hirnnerven zu finden
dann die des X., I
Kern der aufsteig

f) Die Scheide
verbindet die b
longitudinalen
gewebe, Nerv
fasern des S
Raphe zur
unzweifell
Herbivor
in die
ein K
for
und
B

werden. c) Die Längsfasern und ... vermischen sich nach ihrer Kreuzung mög... Kerne und ... der Grosshirnschenkel ... züge von der Brücke zum Kleinhirn ist bis nun ... stammen den grauen Kernen der Brücke ...

174. Gehirnstamm des Pferdes, obere Ansicht nach ...ck; das Kleinhirn, vorderes und hinteres Marksegel ... die Zirbeldrüse sind weggeschnitten, der 4. Hirn...trikel etwas ausgebreitet. Natürl. Grösse. TT = Seh...gel; a = Markstreifen des Sehhügels; b = obere Hirn...nung; c = obere Hirncommissur: dd = vordere (untere) Arme des Vierhügels: ii = vorderes, $i'i'$ = hinteres Corp. quadrigeminum; gg = hintere Arme des Vierhügels; IV = viertes Gehirnnervenpaar; kak = Querschnitt der vereinigten Kleinhirnbindearme; hh = Kleinhirnschenkel zum Vierhügel; kk = Kleinhirnschenkel zur Brücke; ll = Kleinhirnschenkel zur Medulla oblongata: VIII = Nervus acusticus; ac' = Ganglienzellenkern desselben: Mo = Medulla oblongata; oo = Seitenstränge derselben; OO = Funiculus Orlandi; fg = Funiculi graciles; fc = Funiculi cuneati; 4. ag = Boden des vierten Gehirnventrikels; nn = mediane Furche derselben (als Fortsetzung des Canalis centralis med. spin.); rr = Funiculi teretes (Fortsetzungen der Vorderhörner des Rückenmarkes); ta = Tuberculum acusticum; ac = Alae cinereae; vm = Vaguskern.

...unterscheidet ...an folgende Theile: a) Eine mediane Furche (nn), die geöffnete Fortsetzung des Centralkanales des Rückenmarkes; b) zu beiden Seiten dieser Furche längs verlaufende, graue Stränge, die runden Stränge (Fasciculi v. funiculi teretes (rr), welche eigentlich Fortsetzungen der vorderen grauen Hörner des Rückenmarkes sind. In der Mitte dieser ist eine kleine Erhabenheit (Eminentia funiculi teretis) sichtbar, welche dem innern Knie des VII. Gehirnnervenpaares (N. facialis) entspricht; c) das caudal belegene spitze Ende der Rauten-

Centralkanal des Rückenmarkes leitend, Schreib-
us scriptorius) genannt; d) die sogen.
(Alae cinereae, *ac*), als zwei dreieckige,
-rändern und der Spitze der Rautengrube
-e Erhabenheiten (Ueberreste der Hinter-
), welche in das Gebiet der Kerne des
-s (Glossopharyngeus und Vagus)
-er von Schwalbe (Tuberculum
-geprägte, von den runden Strän-
Längswulst bildende Anschwel-
-sern des N. acusticus ent-
-lecht (Plexus chorioidei
r 4. Hirnhöhle), welches
und einen unpaarigen
-chen Unterwurm und
zwischen den Hemi-
-ormigen Körpern.
die hinteren Marksegel und
-ut zusammengehalten.
-ierten Gehirnventrikels bildende Tela
erstreckt sich in die Recessus laterales
eine seitlich hervorragende Masse zottiger,
-nartiger Gebilde, welche von der sich eben dahin
-en Ligula (Taenia rhomboidalis) an der Basis um-
chdalek zu dem Vergleiche mit einem „Blumenkorbe"
(Fig. 184 *v*) veranlasste, welcher die ganze Masse auch so benannte. (Henle bezeichnet den in diesen hineinragenden Theil der Ligula als Velum medullare inferius.)

Histologische Structur des verlängerten Markes.

Der Centralkanal des Rückenmarkes breitet sich am dorsalen Theile der Medulla oblongata — wie bereits beschrieben — zur Rautengrube aus, und bildet den vierten Hirnventrikel. Dadurch werden nun die an dem Centralkanal lateral belegenen Theile des Rückenmarkes im verlängerten Marke an die Seite verlegt. Im Vereine mit diesen verschwindet die Fissura anterior an der vordern Seite der Medulla obl. des Rückenmarkes, und plattet sich zu einer seichten Furche dadurch ab, dass sich Bindegewebe, Nervenfasern und Ganglienzellen auf bereits erwähnte Weise zur Naht (Raphe) vereinigen.

Im Uebergange des Rückenmarkes in die Medulla oblongata (Fig. 175 I) erscheint der Halstheil des Hinterhornes in der Höhe des ersten Cervicalnerven stielförmig gedehnt, der Kopftheil hingegen mehr rundlich. Beide neigen sich durch die Zunahme der Funiculi graciles (*Fg*) und der cuneati (*Fc*)

Der laterale Abschluss des 4. Gehirnventrikels wird in caudaler Richtung durch die strickförmigen Körper, am Recessus lateralis durch die hintere Gehirnklappe, in nasaler Richtung durch die Bindearme des Kleinhirns bewerkstelligt.

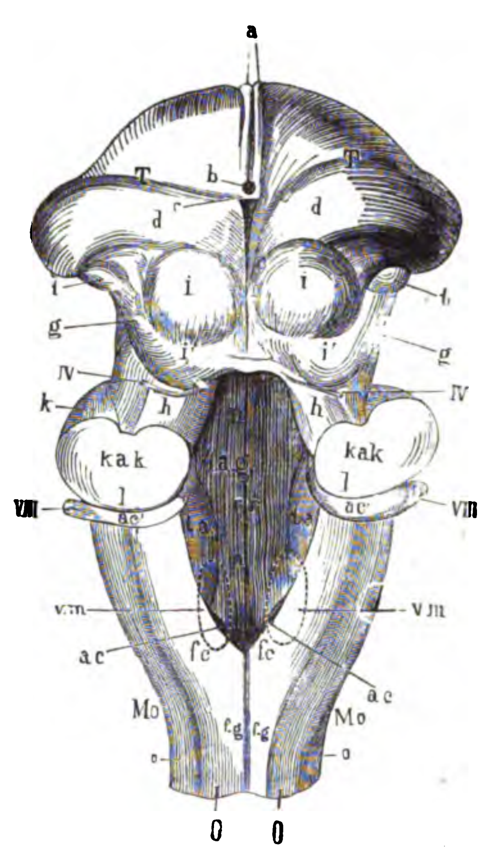


Fig. 174. Gehirnstamm des Pferdes, obere Ansicht nach Franck; das Kleinhirn, vorderes und hinteres Marksegel und die Zirbeldrüse sind weggeschnitten, der 4. Hirnventrikel etwas ausgebreitet. Natürl. Grösse. *TT* = Sehhügel; *a* = Markstreifen des Sehhügels; *b* = obere Hirnöffnung; *c* = obere Hirncommissur: *dd* = vordere (untere) Arme des Vierhügels: *ii* = vorderes, *i'i'* = hinteres Corp. quadrigeminum; *gg* = hintere Arme des Vierhügels; IV = viertes Gehirnnervenpaar; *kak* = Querschnitt der vereinigten Kleinhirnbindearme; *hh* = Kleinhirnschenkel zum Vierhügel; *kk* = Kleinhirnschenkel zur Brücke; *ll* = Kleinhirnschenkel zur Medulla oblongata: VIII = Nervus acusticus; *ac'* = Ganglienzellenkern desselben: *Mo* = Medulla oblongata; *oo* = Seitenstränge derselben; *OO* = Funiculus Orlandi; *fg* = Funiculi graciles; *fc* = Funiculi cuneati; 4.*ag* = Boden des vierten Gehirnventrikels; *nn* = mediane Furche derselben (als Fortsetzung des Canalis centralis med. spin.); *rr* = Funiculi teretes (Fortsetzungen der Vorderhörner des Rückenmarkes); *ta* = Tuberculum acusticum; *ac* = Alae cinereae; *vm* = Vaguskern.

Der Boden des vierten Hirnventrikels (Fig. 174 4. *a.g.*) bildet eine über dem verlängerten Marke und dessen Brückenabschnitte belegene rhombische Vertiefung [Rautengrube (Sinus rhomboidalis)], deren Oberfläche ganz aus grauer Substanz gebildet wird.

Man unterscheidet daran folgende Theile:

a) Eine mediane Furche (*nn*), die geöffnete Fortsetzung des Centralkanales des Rückenmarkes; b) zu beiden Seiten dieser Furche längs verlaufende, graue Stränge, die runden Stränge (Fasciculi v. funiculi teretes (*rr*), welche eigentlich Fortsetzungen der vorderen grauen Hörner des Rückenmarkes sind. In der Mitte dieser ist eine kleine Erhabenheit (Eminentia funiculi teretis) sichtbar, welche dem innern Knie des VII. Gehirnnervenpaares (N. facialis) entspricht; c) das caudal belegene spitze Ende der Rauten-

grube, in den Centralkanal des Rückenmarkes leitend, Schreibfeder (Calamus scriptorius) genannt; d) die sogen. grauen Flügel (Alae cinereae, *ac*), als zwei dreieckige, kleine, an den Seitenrändern und der Spitze der Rautengrube angeheftete, wulstförmige Erhabenheiten (Ueberreste der Hinterhörner des Rückenmarkes), welche in das Gebiet der Kerne des IX. und X. Hirnnervenpaares (Glossopharyngeus und Vagus) gehören; e) den Gehörhöcker von Schwalbe (Tuberculum acusticum (*t. a.*), eine stark ausgeprägte, von den runden Strängen seitlich belegene und einen Längswulst bildende Anschwellung, aus welcher ein Theil der Fasern des N. acusticus entspringt; f) das Kleinhirngefässgeflecht (Plexus chorioidei ventriculi quarti, Adergeflecht der 4. Hirnhöhle), welches sich in 3 Abschnitte und zwar in paarige und einen unpaarigen theilt; letzterer liegt quer und dorsal zwischen Unterwurm und der Medulla oblongata; die ersteren seitlich zwischen den Hemisphären des Kleinhirns und den strickförmigen Körpern.

Dieses Adergeflecht überzieht die hinteren Marksegel und wird durch die weiche Hirnhaut zusammengehalten.

Die, eine Decke des vierten Gehirnventrikels bildende Tela chorioidea quarta erstreckt sich in die Recessus laterales hinein und bildet eine seitlich hervorragende Masse zottiger, rother schwammartiger Gebilde, welche von der sich eben dahin ausbreitenden Ligula (Taenia rhomboidalis) an der Basis umfasst, Bochdalek zu dem Vergleiche mit einem „Blumenkorbe“ (Fig. 164 *v*) veranlasste, welcher die ganze Masse auch so benannte. (Henle bezeichnet den in diesen hineinragenden Theil der Ligula als Velum medullare inferius.)

Histologische Structur des verlängerten Markes.

Der Centralkanal des Rückenmarkes breitet sich am dorsalen Theile der Medulla oblongata — wie bereits beschrieben — zur Rautengrube aus, und bildet den vierten Hirnventrikel. Dadurch werden nun die an dem Centralkanal lateral belegenen Theile des Rückenmarkes im verlängerten Marke an die Seite verlegt. Im Vereine mit diesen verschwindet die Fissura anterior an der vordern Seite der Medulla obl. des Rückenmarkes, und plattet sich zu einer seichten Furche dadurch ab, dass sich Bindegewebe, Nervenfasern und Ganglienzellen auf bereits erwähnte Weise zur Naht (Raphe) vereinigen.

Im Uebergange des Rückenmarkes in die Medulla oblongata (Fig. 175 I) erscheint der Halstheil des Hinterhornes in der Höhe des ersten Cervicalnerven stielförmig gedehnt, der Kopftheil hingegen mehr rundlich. Beide neigen sich durch die Zunahme der Funiculi graciles (*Fg*) und der cuneati (*Fc*)

stetig nach vorne. In beiden letzteren treten dann die Kerne dieser Stränge zu Tage [Nuclei funiculi gracilis et cuneati (III *Ng*, *Nc*)]. Ueber der Ursprungsstelle des ersten Cervicalnerven (Fig. 175 II), weiter nach oben kreuzen sich die Vorder- und Seitenstränge massenhaft in dorsoventraler Richtung; diese Fasern stellen nach Durchziehung der Formatio reticularis und deren Zerfaserung die sogen. reticuläre Formation (Formatio reticularis, IV bei *Fr*) dar, hiebei das Vorderhorn (II *Cga*) von seiner Basis beinahe abschnürend. Der am Centralkanaltheile zurückgebliebene Grundtheil der grauen Substanz geht in die mit dem N. hypoglossus beginnende Verkettung der Hirnnerven über. Etwas weiter nach oben löst sich das Vorderhorn in der reticulären Formation (III) auf, ein Theil desselben bleibt im peripheren Theile als Kern der Seitenstränge (Nucleus funiculi lateralis) zurück.

Im Hinterhirne (dem Obertheile des verl. Markes (III, V, VII) ziehen die Pyramidenstränge (*Fp*) als solide Stränge dem ventralen Theile entlang. An der äussern und ventralen Oberfläche treten die äusseren bogenförmigen Fasern (IV *F*) zu Gesicht. In der Haubenparthie (dorsoventrale Oberfläche) ist durch Zertheilung des Vorderhornes (Formatio reticularis grisea) als auch durch die von den Vordersträngen und den inneren bogenförmigen Fasern dargestellte weisse reticuläre Formation [Form. retic. alba (IV *Fr*)] und die beide Medullahälften verbindende Raphe (*R*) enthalten. Hier ist der Kanal noch geschlossen und an dessen ventralem Theile die Kerne des XII. Hirnnerven [N. hypoglossus (V, VI, *Nh*)], an dessen dorsalem Theile aber diejenigen des XI. Hirnnerven (N. accessorius Willisii) wahrnehmbar.

Etwas aufwärts (Zeichnung V) ist der Centralkanal bereits eröffnet, den Boden des IV. Gehirnventrikels bildend, finden sich neben der Mittellinie hier die Kerne des XII. Hirnnervenpaares (*Nh*), davon etwas nach aussen die der X. und IX. (*Nv*, *Ng*) (Vagus und Glossopharyngeus) und an der innersten Parthie etwas nach aussen das VIII. Hirnnervenpaar, und der Kern (*Npm*) des N. acusticus (VI *Npl*). Sämmtliche Nerven dieser Kerne verlaufen in ventrolateraler Richtung am verlängerten Marke (Zeichnung IV bei XII, V bei IX *Ng*, VI bei VIII).

Zwischen dem XII. Hirnnerven (Zeichn. IV) und der Naht (Raphe, *R*) ist das durch den Vorderstrang (*Fa*) des Rückenmarkes gebildete mediale Feld eingeschlossen. Zwischen dem XII. und X. Nervenpaare (Zeichn. V *Nv*, oder etwas tiefer zwischen dem XI. und IX.) liegt das laterale Feld, darinnen die durch die Seitenstränge und das zertheilte Vorderhorn gebildete reticuläre Formation, ebenso die Oliven (Oliva, V *o*) und von dem Felde lateral und schliesslich in dorsaler Richtung

das hintere Feld des verlängerten Markes mit dem strickförmigen Körper (Corpus restiforme, Zeichn. V, VI und VII *Cr*), in welchem die Kerne der schlanken und keilförmigen Stränge (Nuclei funiculi gracilis et cuneati) sichtbar werden; von diesen in ventraler Richtung ist schliesslich der Kopf des Hinterhornes als Ueberrest (VII *Ccp*) und das V. Hirn-

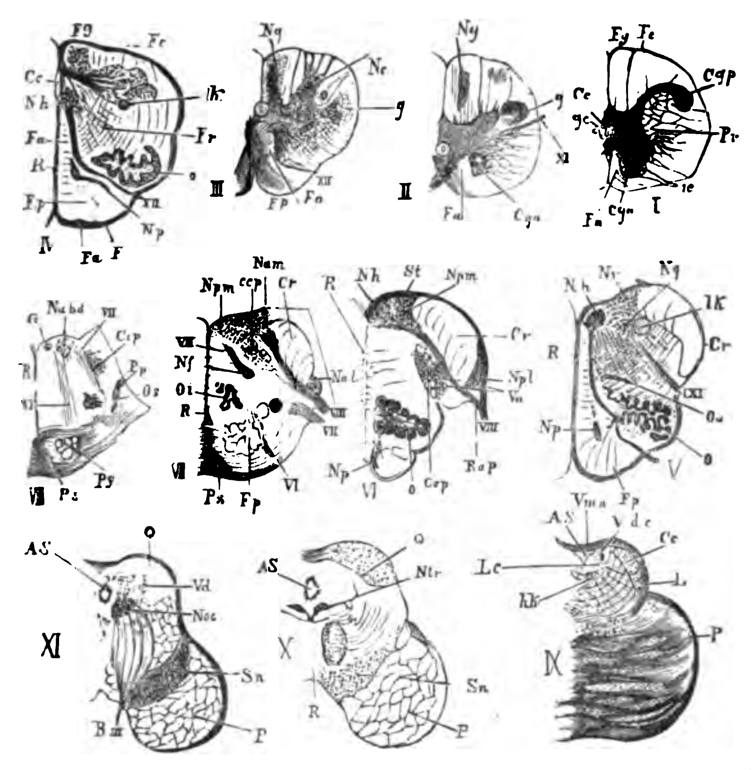


Fig. 175. *Fg* = Funiculus gracilis; *Fc* = Funiculus cuneatus; *Cc* = Canalis centralis; *g* = Substantia gelatinosa centralis; *cgp* = Caput cornu posterioris; *Pr* = Processus reticularis; *1c* = erster Cervicalnerv; *Cga* = Caput cornu anterioris; *Fa* = Funiculus anterior; *Ng* = Nucleus funiculi gracilis; XI = N. accessorius (Willisii); *g* = gelatinöse Hülle des Kopftheiles vom Hinterhorne; *Nc* = Nucleus funiculi cuneati; XII = N. hypoglossus; *Fp* = Funiculus pyramidalis; *lk* = Respirationsstrang; *Fr* = Formatio reticularis; *o* = Olive; *Np* = Nucleus pyramidalis; *Fa* = Kern der bogenförmigen Fasern; *F* = Fibrae arciformes; *R* = Raphe; *Nh* = Nucleus hypoglossi; *Cr* = Corpus restiforme; *Ng* (in Zeichnung V) = Nucleus glossopharyngei; *Nv* = Nucleus vagi; *Oa* = Nebenolive; IX = N. glossopharyngeus; *St* = Stria medullaris; *Npm* = medialer Kern der hintern Wurzel des Acusticus; VIII = N. acusticus; *Ccp* = Kopf der hintern Säule; *Va* = aufsteigende (sensible) Wurzel des N. trigeminus; *Nal* = Seitenkern der vordern Wurzel des N. acusticus; VII = N. facialis; *Nf* = Nucleus facialis; *Oi* = oberes Ende der untern Olive; *Nam* = medialer Kern der vordern Wurzel des N. acusticus; *Ps* = superficiale Brückenfasern; *Pp* = tiefliegende Brückenfasern; *Py* = Pyramidenstränge; VI = N. abducens; *Nabd* = Nucleus N. abducentis; *Os* = Oliva superior; *G* = Genu facialis; *Vma* = Velum medullare ànterius; *AS* = Aquaeductus Sylvii; *Vde* = absteigende (motorische) Wurzel des Trigeminus; *Lc* = Locus coeruleus; *hk* = Ueberrest der Vordersäulen des Rückenmarkes; *Cc* = Crura cerebelli ad cerebrum; *L* = Lemniscus; *Q* = Corpus quadrigeminum; *Ntr* = Nucleus N. trochlearis; *Sn* = Substantia nigra Sömmeringi; *P* = Hirnschenkel; *R* III = Radix N. oculomotorii; *Noc* = Nucleus N. oculomotorii (Zeichnung von Flesch).

nervenpaar (N. trigeminus) als aufsteigende Wurzel (VI, V a) vorhanden.

Im mittlern Felde der Medulla oblongata sind der Pyramidenkern (Nucleus pyramidalis) und die sogen. inneren Nebenoliven (Zeichn. V und VI, *Np*) enthalten.

An dem ventralen Abschnitte des verl. Markes treten Querfasern, die Brückenfasern mit den ihnen innewohnenden Brückenkernen (Nuclei pontis) auf. Die Fasern selbst durchziehen die Längspyramidenstränge. Der hintere Brückentheil derselben enthält Nervenkerne und zwar diejenigen des VII., VI. und V., zum Theile auch diejenigen des VIII. Hirnnervenpaares (Zeichn. VI, VII. VIII). Von diesen ist das VII. zum Theil, das VIII. und V. Hirnnervenpaar gänzlich nahe dem Boden des vierten Hirnventrikels, das VII. und V. überdies tiefer in der reticulären Formation belegen. Nach aussen von der Medianlinie erblicken wir die Wurzel des VI., von dieser nach aussen die des VII. Hirnnerven, zwischen beiden die Kerne des VII. Nervenpaares, unter welchen in ventraler Richtung die obere Olive liegt. Vom VII. Hirnnerven nach aussen stellen sich an dieser Stelle die aufsteigende Wurzel des N. trigeminus und die gelatinöse Substanz dar, und an dieser nach aussen das VIII. Hirnnervenpaar. Ausserdem tritt am ventralen Ende des dorsalen Halbtheiles der Brücke die Schleife (Lemniscus oder Laqueus (Zeichn. IX, *L*) und am proximalen obern Ende der Brückenhälfte der hintere Längsstrang auf.

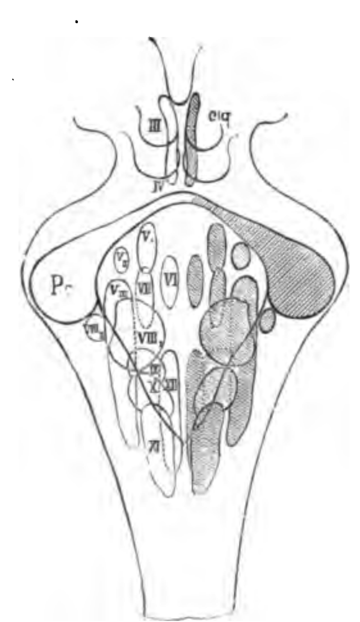


Fig. 176. Die Ursprungskerne der XII Hirnnervenpaare nach dem Schema von Aeby; Zeichnung von Flesch.

Im Mittelhirn (oberhalb des obern Endes der Brücke) verlaufen die Hirnschenkel, welche in ihrem Fusse die Pyramidenstränge (Zeichn. X und XI, *P*) enthalten. In dorsaler Richtung liegt darin die sogen. Substantia nigra Sömmeringi (*Sn*), an deren den Sulcus oculomotorii begrenzenden Parthie die Fasern des III. Hirnnervenpaares (Oculomotorius) (Zeichn. XI, *R*. III. durchziehen. In der Haubenparthie tritt schliesslich der Vierhügel (Zeichn. X und XI, *Q*) auf.

Für die Ursprungsstellen der XII Hirnnervenpaare und deren

Kerne verweisen wir auf die nebenstehende nach dem Schema von Aeby construirte Fig. 176.

Der Pyramidenstrang bildet beim Menschen an dieser Stelle des verlängerten Markes eine grosse Fasermasse, beim Pferde ist dieselbe sehr gering ausgebildet.

Ueber das weitere Verbleiben der Funiculi graciles et cuneati stehen sich zwei Meinungen gegenüber.

Nach der einen sollen diese als innere Abschnitte der strickförmigen Körper in das Kleinhirn ausstrahlen. Nach Flechsig endigen jedoch die Fasern des Hinterstranges in den erwähnten grauen Ganglien, den Kernen der Funiculi graciles und cuneati, und können also nicht direct in's Kleinhirn gelangen. Nach Meynert gehen die aus den linksseitigen strangförmigen Körpern entstammenden bogenförmigen Fasern in die Ganglienzellen der rechten Olive oder Nebenolive über. (Meynert beobachtete, dass bei Degeneration einer Hirnhemisphäre das Corpus restiforme derselben Seite, hingegen die Olive der entgegengesetzten Seite mit degenerirt, welcher Befund demnach für die Meynert'sche Ansicht ausschlaggebend wäre.)

Der äussere Theil der strickförmigen Körper ist nach Flechsig folgendermassen zusammengesetzt, und besteht: 1. aus dem directen Strang des Kleinhirns zum Seitenstrange; die Endigung desselben im Kleinhirn ist jedoch unbekannt; 2. aus dem Gebiete der reticulären Formation und den aus den Oliven entstammenden Fasern, deren Endigung im Kleinhirn gleichfalls nicht ermittelt ist; 3. aus den Fasersträngen der Pyramiden (äussere bogenförmige Fasern).

Die bogenförmigen Fasern (Fibrae arciformes) (äussere vorderehintere und innere vordere-hintere) entspringen aus den strickförmigen Körpern.

Die Hirnventrikel, ebenso wie der Verbindungsgang des dritten und vierten Hirnventrikels (Sylvius'sche Wasserleitung, Aquaeductus Sylvii) sind gleich dem Centralkanale des Rückenmarkes mit Flimmercylinderzellen ausgekleidet. Bezüglich der letzteren haben die Untersuchungen Laufenauer's für den Aquaeductus Sylvii einen bemerkenswerthen Befund ergeben. Gerlach, Clarke und Traugott hatten gefunden, dass die unteren verlängerten Endfortsätze dieser Flimmerzellen mit denjenigen der unter ihnen befindlichen sternförmigen Zellen in Verbindung stehen. Diesen Befund bestätigend, wies Laufenauer nach, dass diese sternförmigen Zellen untereinander, aber auch mit den sie umgebenden Blutcapillargefässen im Zusammenhange stehen. Aehnliche Verhältnisse sind von Eimer und auch vom Verfasser für die Zotten des Dünndarmes festgestellt, und ist es zweifellos (wie von Laufenauer ebenfalls betont wird), dass es sich hier (im Aquaeductus Sylvii) um Resorptionswege handle.

Allgemeines Schema des Faserverlaufes des centralen Nervensystems.

(Nach Meynert, Landois und Flechsig.)

Die Aussenschichte des Gehirns wird durch die reichlich mit Ganglienzellen ausgestattete graue Rindensubstanz (Fig. 177 I *C*) gebildet; von hier aus werden motorische Impulse durch den Körper geleitet, und sensible, an denselben gelangende Einflüsse durch die sensiblen Nerven an diese zurückgeleitet. Sämmtliche, theils corticipetal (gegen die Rinde zu), theils corticifugal (von der Rinde ab) laufenden Bahnen streben im Allgemeinen gegen die Centren des Gehirnes (Sehhügel, Linsenkern, Vierhügel und Streifenhügel), einige streifen dieselben blos, die meisten jedoch pflanzen sich in diese centralen grauen Ganglien ein. Das von den Centralorganen des Gehirnes in radiärer Richtung durch die weisse Substanz zur Rinde

ziehende Fasersystem wird Stabkranzfaserung oder Projectionssystem erster Ordnung (I. 1, 2.2, 3.3, 4.4) genannt. Ausser diesem verlaufen im Gehirne zwei andere Fasersysteme.

Das eine davon — die vorderen Commissur-Fasern — verbindet beide Hemisphären miteinander (*cc*), das andere, die sogen. Associationssysteme [Associations-Fasern (*aa*)], verbinden die Rindenparthieen derselben Seite miteinander.

Aus den centralen Ganglien des Gehirnes entspringt ferner das II. Projectionssystem, dessen Faserung im sogen. centralen Höhlengrau — welches sich vom 3. Hirnventrikel durch den Aquaeductus Sylvii und die Rautengrube bis zur untersten Parthie der grauen Substanz des Rückenmarkes erstreckt — einen vorläufigen Abschluss findet.

Die einzelnen Faserzüge dieses Systems sind von verschiedener Länge: so erstreckt sich ein Zug in die centrale graue Substanz (ober der Medulla obl.) bis zur Ursprungsstelle des N. oculomotorius, andere hingegen ziehen bis zu den letzten Rückenmarksnerven. Das centrale Höhlengrau unterbricht diesen Faserzug, doch sind an dieser Stelle die Fasern vermehrt, da sowohl von der grauen Substanz der Medulla oblongata als auch des Rückenmarkes gegen die Peripherie zu bedeutend mehr Strahlen auslaufen, als deren aus den centralen Hirnganglien entsprungen sind.

Das II. Projectionssystem zeigt bezüglich der Anordnung und des Verlaufes seiner Fasern nachfolgende Verhältnisse: Die aus dem Linsenkerne und dem Streifenhügel entstammenden Fasern (8.8) vereinigen sich in einer besonderen Bahn, welche durch den Fuss (*l*) des Hirnschenkels (*P*) in die Medulla und hierauf in der untern Pyramidenkreuzung gekreuzt im Rückenmarke (*G*) verläuft, von wo sie dann in bestimmter Höhe durch die vorderen Rückenmarkswurzeln (*mg*) heraustritt. Aus dem Sehhügel (*To* 7) und den Vierhügel (*i* 6—6) kommt gleichfalls ein durch die Hirnschenkelhaube (*S*) nach abwärts verlaufender Strang. Sowohl die in dem Fusse, als auch in der Haube des Hirnschenkels ziehenden Fasergruppen vereinigen sich erst tiefer im Rückenmarke miteinander.

Nach Meynert leiten diese in dem Hirnschenkel verlaufenden Fasern die willkürlichen Bewegungen vom Gehirne aus; ebenso sollen nach demselben Verfasser die sämmtlichen motorischen Fasern durch den Linsenkern und den Streifenhügel hindurchgehen. (Zerstörung dieser Bahn bedingt Hemiplegie, d. h. Lähmung der willkürlichen Bewegungen der entgegengesetzten Körperhälfte). Flechsig stellt hingegen neuester Zeit die Bahnen des Impulses für die willkürlichen Bewegungen anders zusammen. Nach diesem Autor würde die sogen. Pyramidenbahn, in welcher das Fasersystem der willkürlichen motorischen Nerven verläuft, durch die Medulla, die Brücke und durch den Hirnschenkelfuss (5.5) [beim Kaninchen zumeist in dessen innerer Parthie (Gliky)] geradenwegs in die innere Kapsel (Capsula interna, die weisse Substanz zwischen Streifenhügel und Linsenkern) in das Centrum semiovale der Hemisphären und speciell in den mit motorischen Eigenschaften ausgestatteten Cortical-Abschnitt der centralen Hirnwindung führen. Dieser Faserzug wird in seinem Verlaufe nirgends, weder im Streifenhügel noch im Linsenkerne durch Nervenzellen unterbrochen.

Es würde demnach diese sogen. psychomotorische oder corticimusculäre Bahn ohne Unterbrechung aus den motorischen Gebieten der Hirnrinde zu den Vorder- (motorischen) Hörnern des Rückenmarkes und von da aus in die Vorderwurzeln derselben gehen. Die Hauptmasse der Pyramidenbahn verläuft in der Regel an der dem Rückenmarke entgegengesetzten, zum kleinern Theile auf der demselben zugekehrten Seite. In Ausnahmsfällen tritt der umgekehrte Fall ein, und soll es nach Flechsig auch sehr selten vorkommen, dass die Pyramidenbahn vom Gehirn angefangen auf einer Seite herabläuft, auf welche Weise die Hemiplegieen derselben Seite nach schweren Gehirnverletzungen eine Erklärung finden.

Die aus dem Sehhügel und dem Vierhügel durch die Hirnschenkelhaube gehenden Fasern (6.6, 7) sind nach Meynert Reflexbahnen; es würden somit die genannten Hirnparthieen die Reflexcentren für ausgedehnte und geordnete Bewegungen darstellen. Der genannte Faserzug verläuft im Rückenmarke zuerst auf derselben Seite, um sich erst tiefer zu kreuzen.

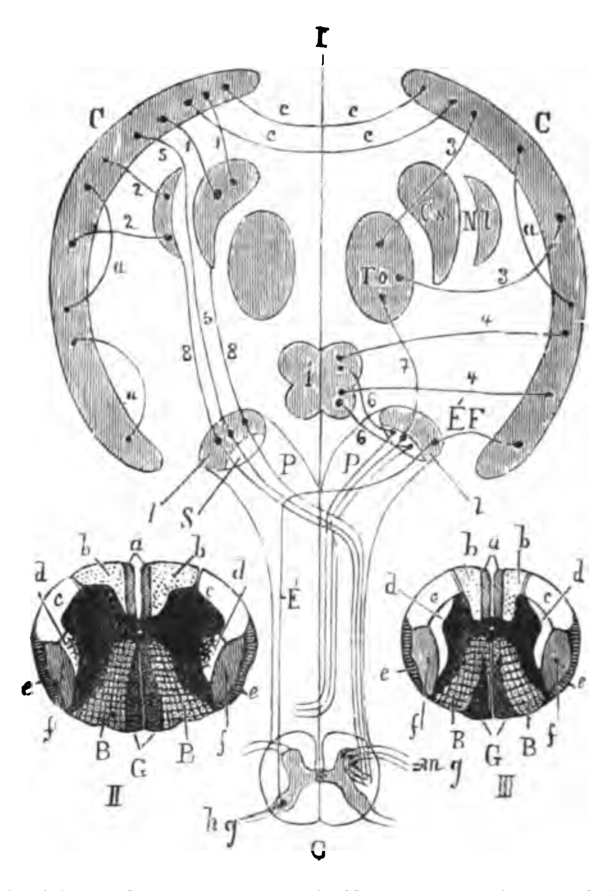


Fig. 177. I = Schema der Hirnfaserung nach Meynert, Flechsig und Landois. *CC* = Hirnrinde; *Cs* = Corpus striatum; *Nl* = Nucleus lentiformis; *To* = Thalamus opticus; *i* = Vierhügel; *P* = Pedunculus cerebri; *S* = Hirnschenkelhaube; *l* = Hirnschenkelfuss; 1, 1 = Stäbchenkranzfasern des Streifenhügels; 2, 2 = des Linsenkerns, 3 = des Sehhügels, 4 = der Corpora quadrigemina; 5 = aus dem Hirnschenkelfusse direct zur Hirnrinde ziehende Nervenzüge (Flechsig); 6, 6 = aus dem Vierhügel zur Hirnschenkelhaube ziehende Fasern; 7 = aus dem Sehhügel ebenda hinziehende; 8, 8 = aus dem Streifenhügel und dem Linsenkerne zum Hirnschenkelfusse verlaufende Fasern; *É* = Verlauf der sensiblen Fasern; *G* = Querschnitt des Rückenmarkes; *mg* = vordere, *hg* = hintere Wurzeln; *a*, *a* = Associationsfasern; *c*, *c* = Comissurfasern; II u. III = Faserzüge im Rückenmarke von Flechsig.

Die sensiblen Bahnen (*É*), auf welchen die Empfindungen zum Hirn geleitet werden, kehren durch die hintern Wurzeln (*hg*) ein, laufen durch den Hirnschenkelfuss nach aufwärts und senken sich nach ihrem Uebertritte in der Pyramidenkreuzung auf die entgegengesetzte Seite — den

grossen Hirnganglien ausweichend — in die Hirnrinde ein. Ein Theil dieser, durch die Hirnwurzeln eintretenden sensiblen Fasern wurde jedoch bereits im Rückenmarke gekreuzt. Zerstörung des Pedunculus cerebri bringt gewöhnlich Hemianästhesie (halbseitige Empfindungslosigkeit) zu Stande.

Das III. Projectionssystem wird durch die aus dem centralen Höhlengrau gebildeten peripheren Nerven zusammengesetzt. — Es sind dies sowohl sensible als auch motorische Nerven und enthalten eine grössere Menge Fasern als das II. Projectionssystem.

Das Kleinhirn (Cerebellum) steht mit dem Grosshirn auf folgende Weise in Verbindung: 1. durch einen Bindearm, der aus den Strängen des Stäbchenkranzfasersystems entstanden durch die Hirnschenkelhaube hindurchzieht und nach totaler Kreuzung in das Kleinhirn eintritt; 2. durch die zur Brücke ziehenden Kleinhirnschenkel (Crura cerebelli ad pontem) und den Hirnschenkelabschnitt, der von der Brücke zu den Hirnhemisphären reicht; schliesslich durch die Crura cerebelli ad corpora quadrigemina oder richtiger die Crura cerebelli ad cerebrum.

Die Verbindung des Kleinhirnes mit dem Rückenmarke erfolgt: 1. durch die Hinterstränge des Rückenmarkes (Funiculi graciles et cuneati); 2. durch die Vorderstränge (Corpus restiforme), welche beide Kleinhirnhemisphären mit den Fasern der Brücken-Quercommissur vereinigen.

Die längsverlaufenden Fasern des Rückenmarkes, ebenso die, dasselbe mit dem Grosshirn verbindenden, unterliegen regelmässig einer totalen Kreuzung.

Auf diese Weise erklären sich die klinischen Beobachtungen der sowohl sensiblen als auch motorischen Lähmung der entgegengesetzten Körperhälfte bei Zerstörung einer Hirnhemisphäre.

Ebenso findet bei den Hirnnerven eine intracerebrale Kreuzung statt, welche 1. im Rückenmarke, 2. in der Medulla oblongata, 3. schliesslich in der Brücke vorkommt. In den Hirnschenkeln ist die Kreuzung bereits perfect.

Der Riech- und Sehnerv kreuzt sich nicht im Centrum; letzterer nur theilweise in seinem peripheren Verlaufe in der Schädelhöhle (s. Sehnerv). Vom N. trochlearis wird angenommen, dass sich seine Ursprungsfasern kreuzen, welche Annahme Schröder von der Kolk jedoch nicht gelten lässt.

Structur des sympathischen Nervensystems.

Am sympathischen Nervensystem unterscheiden wir mit Henle einen Grenzstrang, Wurzeln und periphere Aeste.

Grenzstrang. Der Grenzstrang wird durch eine periphere Kette von Ganglien, und einfache oder aber sich theilende und die Ganglien verbindende Zwischenstränge gebildet, die zumeist aus bald feineren, bald gröberen markhaltigen Nervenfasern bestehen. Derselbe beginnt vor dem Querfortsatze des zweiten und dritten Halswirbels hinter der Carotis interna mit dem obersten Halsknoten (oberstes Halsganglion, Ganglion cervicale supr.), welcher das Aussehen mehrerer aneinandergereihter Knoten darbietet.

Das letztere Ende desselben entsendet Aeste zu den letzten Hirnnerven, und geht entlang der Carotis interna als einfacher Stamm nach aufwärts, um sich dort zu einem die Arterie umspinnenden Plexus zu zertheilen, aus welchem zu den vorderen

Hirnnerven, insonders aber zu den Augennerven Verbindungsfasern abgehen. Der hintere Rand nimmt dann die Verbindungsäste (Rami communicantes) des 3. und 4. Rückenmarksnerven auf; der vordere Rand entsendet feinste, den Hirnnerven zugesellte Faseräste. Aus seinem untern Ende kommt an der Stelle des 4. und 6. Halswirbels ein Strang heraus, welcher direct nach abwärts verlaufend das obere Halsganglion mit dem untern vereint. Manchmal kommen zwei solcher Stränge vor, wo dann der stärkere hinter der Arteria subclavia, zumeist jedoch hinter der Art. thyreoydea inferior verläuft.

Der untere Halsknoten (unteres Halsganglion, Gangl. cervicale inferius) ist flach, mit rundlichem Körper und durch die aus demselben ausstrahlenden Nervenfasern sternförmig gebildet, liegt an dem Gelenke des Kopfes der ersten Rippe mit dem Körper des ersten Brustwirbels auf. Das zweite Halsganglion findet sich weiter abwärts am Gelenke des zweiten Rippenkopfes.

Häufig findet man am Halsstrange noch ein mittleres Halsganglion (Gangl. cervicale medium).

Der das untere Hals- mit dem obern Dorsalganglion vereinigende Grenzstrang ist abgeplattet, kurz, oft derartig, dass beide in einen verschmelzen.

Das erste Dorsalganglion ist grösser als die übrigen, das zweite erreicht oft die Grösse des ersten; die untersten fehlen zuweilen.

Die übrigen Ganglien sind in Abständen der einzelnen Wirbel an den Rippenköpfen belegen, mit Ausnahme der beiden letzten, welche sich an die Wirbelkörper anlegen. Unter den Lendenganglien ist das erste ebenfalls am stärksten entwickelt. Nach den Lendenknoten verläuft der Grenzstrang am innern Rande der Kreuzbeinlöcher (Foramina sacralia anteriora), wo seine Ganglien nur mehr als winzige Anschwellungen erscheinen. Vom letzten Knotenpaare ziehen beiderseits feine Nervenfäden nach unten, welche sich am ersten Steissbeinwirbel unter spitzem Winkel in ein Bündel, das kleine Steissbeinknötchen, -ganglion (Gangl. coccygeum, s. impar Walteri) vereinigen (nach Henle der seltenere, nach anderen ein häufiger Fall). Gewöhnlich wird der Grenzstrang durch eine, aus den letzten Knoten entstammende Nervenschlinge abgeschlossen; in einzelnen Fällen verläuft der zweigetheilte Strang bis zur Spitze des Steissbeines.

Die Verbindungsäste (Rami communicantes) verbinden den Grenzstrang mit den Rückenmarksnerven, und zwar am Halse die Verbindungsfasern der oberen und unteren zwei Rückenmarksnervenpaare, dieses mit dem obern Halsknoten, jenes mit dem untern. Die übrigen treten auf kürzeren und längeren, verschiedenartigen Bahnen mit den Ganglien in Verbindung. Mit Henle können die Verbindungsäste als aus den Centralorganen entspringende Wurzel des N. sympathicus aufgefasst werden

mit Ausnahme der Zwischenrippen- und der Verbindungen der analogen Aeste, da bei diesen aus den Zwischenrippennerven gesonderte Fasern zu den aus dem Centralorgan zu den Verbindungsästen gelangenden Strängen hinziehen. Man bemerkt jedoch auch Aeste der Verbindungsfasern, welche von dem gegen die Zwischenrippennerven gerichteten Ende nach der Peripherie hinstreben; diese müssen demnach — mit Henle — als aus dem Ganglion entstammende, oder als periphere Aeste des Grenzstranges betrachtet werden.

Die Verbindungsfasern treten mit beiden Wurzeln in Verbindung. Ob die in die hinteren Wurzeln einziehenden in den Intervertebralganglien verbleiben (also daher entstammt sind), oder aber von hier aus weiter in das Rückenmark sich fortsetzen, ist anatomisch bis nun nicht festgestellt; doch weist die Empfindlichkeit der Verbindungsfasern, des Grenzstranges und seiner Ganglien, wie nicht minder diejenige der vom N. sympathicus versorgten Eingeweide dahin, dass ein Theil der in den hinteren Rückenmarkswurzeln belegenen Sympathicusfasern aus dem Rückenmarke, vielleicht auch aus dem Gehirne entspringt (Henle). (Ueber die vasomotorische Thätigkeit des Sympathicus, vgl. S. 334—343.)

Der N. sympathicus tritt ausserdem mit zahlreichen Nerven des Kopfes in Verbindung, ebenso bilden seine sich in die Brust- und Bauchorgane einpflanzenden Aeste sowohl in diesen als auch ausserhalb, an Ganglienzellen reiche Geflechte (Plexus).

Beim Pferde verläuft der grössere Theil der oberen 6 bis 7 Brustverbindungsfasern im Grenzstrange nach oben, und blos ein kleiner Theil derselben steigt nach abwärts. Die übrigen weissen Brustverbindungs-Faserstränge verlaufen ebenfalls zum grössten Theile nach oben, zum kleineren Theile nach abwärts. Ebenso sind Verbindungen zwischen den Rami communicantes untereinander zu beobachten. Vom 8. weissen Verbindungsstrange nehmen die sich abzweigenden Aeste einzelne Fasern auch vom Grenzstrange auf, und vereinigen sich als Ursprungswurzeln des peripherischen Nerven im N. splanchnicus (Eingeweidenerv). Die weissen Verbindungsfasern im Lendentheile steigen zum grössten Theile in dem Grenzstrange nach abwärts, und blos ein kleiner Theil davon strebt nach oben. Die aus dem Lendengrenzstrange entspringenden peripheren Aeste werden durch sowohl von oben als auch von unten hingelangende Fasern gebildet. Die oberen Fasern entstammen theils aus höheren, bisher noch nicht genau ermittelten Stellen; zum Theile aus den unmittelbar über ihnen belegenen weissen Lendenverbindungssträngen; die unteren Fasern kommen gleichfalls aus der untern, bisher nicht genau ermittelten Parthie und den unmittelbar darunter gelegenen Lendenverbindungssträngen.

Die peripheren Lumbaläste betheiligen sich hauptsächlich an der Bildung des um die Art. mesenterica inferior belegenen Geflechtes, zu welchem sich noch aus dem grossen Eingeweideplexus (Pl. coeliacus) zahlreiche starke Aeste gesellen. Aus der Mitte dieses Plexus gehen zahlreiche Aeste zu der genannten Arterie, aus den Seitenparthieen derselben aber entspringen Aeste zur Versorgung der hintern Wand und Spitze der Harnblase, wie auch des obern und mittlern Abschnittes vom Mastdarme. Zum peripheren Theile dieses Plexus, somit zur Ursprungsstelle dieser wichtigen Fasern treten ferner die zumeist durch Fasern der 3. und 4. weissen Lumbalverbindungsstränge gebildeten peripheren Sympathicusäste.

Der 4. Ramus communicans lumbalis wird, im Vergleiche mit dem 3. durch auffallend wenig cerebrospinale Faserbündel gebildet. Der 5. Lendenverbindungsstrang zeigt (nach Verdauungspräparaten), kaum 1—2 weisse Nervenbündel, welche im Grenzstrange weiter niedersteigen. Von dieser Stelle ab kann nur mehr von grauen Verbindungssträngen des Sympathicus-Grenzstranges die Rede sein; da sowohl die doppelten oder dreifachen Rami communicantes des Sacralgrenzstranges, als auch der Grenzstrang im Allgemeinen (nach Verdauungspräparaten) als graue Substanz erscheinen. In der Ursprungshöhe des 5. vordern Sacralnerven schliesst der Grenzstrang zu beiden Seiten mit einem grossen Ganglion ab. Die grauen Rami communicantes ziehen grösstentheils zur Peripherie der Sacralnerven. Von den in der Höhe des sympath. Endganglions hervor-



Fig. 178. Theil des Grenzstranges des Sympathicus vom Pferde, mitsammt den daraus entspringenden Fasern und Verbindungsästen zum Rückenmarke. *a* = Grenzstrang; *b* = weisse Verbindungsäste (Rami communicantes): *c* = graue Verbindungsstränge; *d* = Wurzel des N. splanchnicus; *SpJ* = N. splanchnicus. (Nach der Zeichnung von Flesch.)

tretenden Sacralnerven entspringen weisse Nervenäste, welche später zum untern Theil des Mastdarmes hinziehen.

In Fig. 178 findet sich ein Theil des Grenzstranges vom sympathischen Nervensystem mit den daraus entspringenden Fasern und den Verbindungen mit den Rückenmarkswurzeln (nach einem Verdauungspräparate von Ónodi) abgebildet. Die Verbindungsäste können bis in die Vorderwurzeln verfolgt werden, hingegen ist deren Einpflanzung in die Hinterwurzeln nicht direct nachweisbar; da die Communicationsstelle zugleich der Vereinigungspunkt sowohl der vordern, als auch der hintern Wurzeln ist, so gestaltet sich der Faserverlauf äusserst wechselvoll und kann auf anatomischem Wege nicht präcisirt werden (Ónodi).

Diese Verhältnisse überblickt man am deutlichsten an einer fortlaufenden Reihe von Querschnitten eines 9tägigen Hühner-Embryo, bei welchem sich die einzelnen Bündel blos als Fasern (Fibrillen) darstellen. Das sympathische Ganglion hängt sowohl mit den vorderen Wurzeln, als auch mit den Vertebralganglien, ferner ebenso mit den vorderen als hinteren Cerebrospinalnerven auf das Bestimmteste zusammen. Aus eben diesem Grunde verbergen sich unter dem vorigen scheinbar modificirten makroskopischen Bilde die beim Hühnchen bereits in frühen Entwickelungsstadien zum Ausdruck gelangten Formverhältnisse (Ónodi).

Beim Menschen ist das oberflächliche (superficiale) Herzgeflecht (Plexus) vor der Concavität des Aortabogens und der Theilungsstelle der Lungenarterie gelegen, und reihen sich demselben hauptsächlich die linken Vagus- und die linken oberen sympathischen, zum Herzen ziehenden Fasern an. Der tiefe Herzplexus ist dichter und kräftiger, und hinter dem Aortabogen untergebracht, an dessen Bildung sämmtliche zum Herzen führenden Aeste des Sympathicus und Vagus, ausser den beim Plexus superficialis erwähnten, betheiligt sind. Aus dem Herzgeflechte ziehen periphere Aeste 1. zu den Bronchien, 2. zur Lungenarterie, 3. zu der Wand der Vorhöfe und 4. zu der rechten und linken Kranzader (Schwalbe).

Beim Menschen gelangt der N. depressor (oder Ramus cardiacus nervi laryngei superioris) manchmal direct, manchmal im Vereine mit den aus dem obern Ganglion des Sympathicus entspringenden und zum Herzen ziehenden Fasern in das Herzgeflecht. Beim Kaninchen erfolgt dieser Anschluss an den Plexus cardiacus unmittelbar; bei der Katze in den meisten Fällen ebenfalls direct; in einzelnen Fällen jedoch senkt er sich am untern Halstheile in den Vagusstamm; beim Cynocephalus ursinus geht der N. depressor an dem mittlern Halstheile zum Vagus. Beim Pferde zieht er ebenfalls zum Vagus, beim Hunde bald zum Vagus, bald aber auch zum Sympathicus, und zwar vor der Vereinigungsstelle beider (Ónodi).

Das grosse Eingeweidegeflecht (Plexus coeliacus) umgibt die Parthieen der Art. coeliaca und Art. mesenterica supe-

rior. Zu demselben treten noch aus dem thoracischen Grenzstrange entstammende periphere Aeste, als grosser und kleiner Eingeweidenerv (N. splanchnicus major et minor) und der hintere Nierennerv (N. renalis posterior). Die Gang-

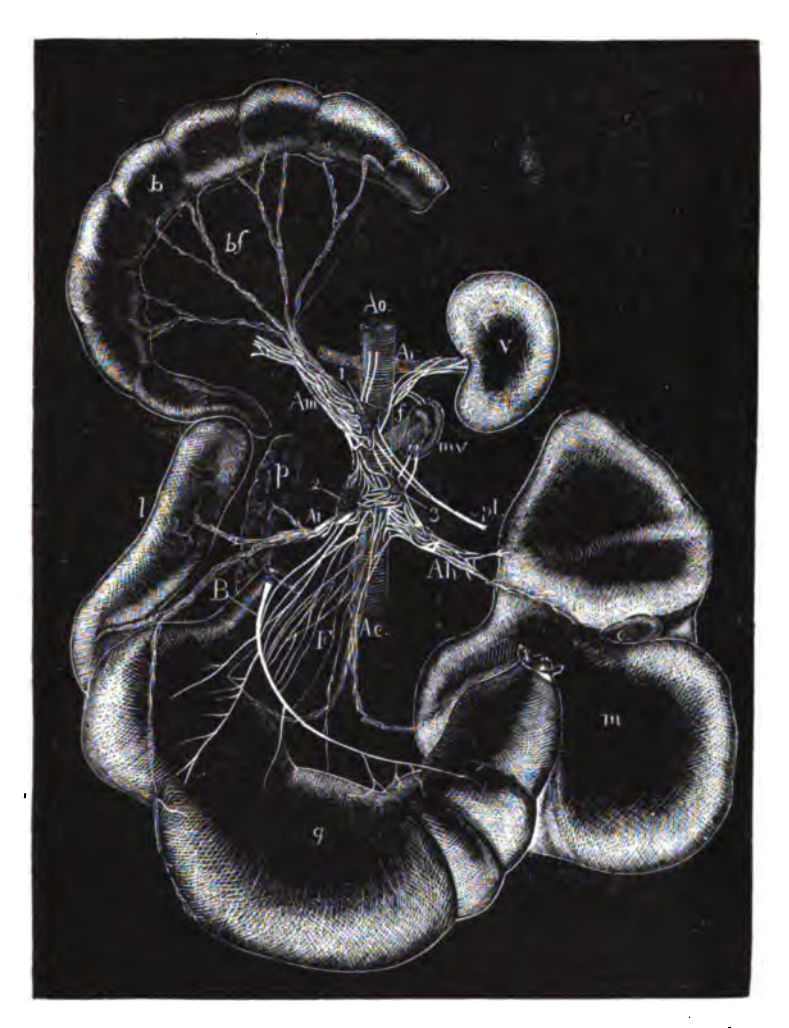


Fig. 179. Sympathisches Eingeweidegeflecht vom Hunde (nach einem Präparate von Ónodi, gezeichnet von Flesch.) *m* = Leber; *e* = Gallenblase; *g* = Magen; *b* = Darm; *bf* = Mesenterium; *Ao* = Aorta; *Ar* = Arteria renalis mit dem Plexus renalis; *Sps* = N. splanchnicus; *V* = Niere; *mv* = Nebenniere; *p* = Pankreas; *l* = Milz; *Am* = Arteria mesenterica superior, mit dem Plexus mesentericus; *f* = Plexus suprarenalis; 1 = Arteria mesenterica; 2 = Arteria hepatica; 3 = Arteria lienalis, sämmtlich mit Eingeweideganglien an den Stämmen; *Ah* = Arteria hepatica mit dem Plexus hepaticus; *F* = Fasergeflecht zwischen dem Vagus und Sympathicus; *B* = N. vagus; *Al* — Arteria lienalis mit dem Plexus lienalis.

lien dieses Plexus bilden zumeist ein confluirendes Ganze, wodurch die Bestimmung der einzelnen Ganglien schwierig wird.

Die Geflechte desselben sind:

1. Das Zwerchfellgeflecht (Pl. diaphragmaticus), im Verlaufe der Diaphragmaarterien belegen.

2. Das Nebennierengeflecht (Pl. suprarenalis), dessen Aeste auf den Vagus, Phrenicus und Splanchnicus zurückgeführt werden können.

3. Das Nierengeflecht (Pl. renalis), im Verlaufe der Nierenarterie; wird aus dem grossen Eingeweide-Geflecht (Pl. coeliacus), dem Nervus renalis posterior, dem Splanchnicus minor und dem Lumbalgrenzstrange des Sympathicus zusammengesetzt.

4. Das Samengeflecht (Pl. spermaticus), die Arteriae spermaticae internae umgebend, erhält Aeste sowohl aus dem Plexus renalis, als auch dem Plexus mesentericus superior (oberes Gekrösegeflecht). Beim Manne zieht derselbe an den Hoden, beim Weibe zu den Ovarien und zum Fundus uteri.

5. Das Magengeflecht (Pl. ventriculi), entlang der Kranzader des Magens und mit dem Plexus des Vagus communicirend.

6. Das Lebergeflecht (Pl. hepaticus), die Leberarterie begleitend; wird vom grossen Eingeweidegeflecht und hauptsächlich dem rechten Vagus gebildet. Es sendet Aeste sowohl zum Gallengange und der Gallenblase, zur Pfortader und der Leberarterie, zum Magen, dem Pankreas, aber zumeist zur Leber hin.

7. Das Milzgeflecht (Pl. lienalis), umspinnt die Milzarterie, und setzt sich aus dem Pl. coeliacus und den Fasern des rechten Vagus zusammen. Einzelne Aeste davon gehen zum Pankreas und dem Magengrunde.

8. Das obere Gekrösegeflecht (Pl. mesentericus superior), setzt sich aus den peripheren Theilen des Pl. coeliacus, dem Vagus und Splanchnicus zusammen. Aeste daraus ziehen zum Pankreas, dem Duodenum, Ileum, Coecum und Colon ascendens et transversum.

Beim Hunde (Fig. 179) weisen die Ganglien des grossen Eingeweidegeflechtes eine einfachere Anordnung auf; hier ist ein Ganglion (1) an dem Stamme der Arteria mesenterica sup. (*Am*); ein zweites (2) an demjenigen der Milz (*l*); ein drittes (3) an dem der Leber (*m*). Zum ersteren Geflechte zieht der, die Mehrzahl der Fasern für das Nebennierengeflecht abgebende N. splanchnicus. Sämmtliche 3 Ganglien bilden sowohl untereinander, als auch mit dem Vagus ein dichtverzweigtes Geflecht und umspinnen die angeführten Arterien mit einem feinmaschigen Netze dichter Fasern (Onodi).

(In obiger Figur sind auch die übrigen, zu den andern Organen der Bauchhöhle laufenden Aeste des Pl. coeliacus eingezeichnet.)

Hüllen des Central-Nervensystems.

Das Gehirn und Rückenmark wird von der Faser- oder harten Hirnhaut (Dura mater encephali s. cerebri, Meninx fibrosa v. Pachymeninx), dann der Spinneweben- oder serösen Hirnhaut (Arachnoidea v. Meninx serosa) und schliesslich von der weichen — oder Gefässhaut (Pia mater encephali v. Meninx vasculosa) umhüllt.

Die harte Hirnhaut stellt eine glänzende, weissliche Faserhaut dar, deren äussere Fläche rauh, deren innere jedoch glatt, mit Endothelzellen ausgekleidet und feucht ist; ihre abgeschlossene Höhle lässt jedoch sowohl Nerven als auch Gefässe durch. Die harte Hirnhaut umschliesst die Hirnoberfläche und deckt die Schädelhöhle genau, durch ihre äussere Lamelle die Beinhaut (Periost) ersetzend. Von derselben treten Fortsätze (Processus durae matris) in die Zwischenräume des Gross- und Kleinhirns und dringen in die Zwischenfurchen der Seitentheile der genannten Organe ein. Ausserdem enthält dieselbe zahlreiche Oeffnungen — Mündungen von Kanälen — welche in hohle Fortsätze übergehen, die Schädelwandlöcher durchsetzen und an den darin verlaufenden Nerven und Gefässen Scheiden bilden. Diese Gebilde heften die harte Hirnhaut fest an die Schädelknochen an.

Die obere Wand des obern Längsblutleiters wird in der Medianlinie des Schädeldaches ebenfalls durch die harte Hirnhaut dargestellt. An mehreren Stellen stärker dem Schädel anhaftend, bildet sie zwischen den Fortsätzen der vordern und hintern Lehne (Clivus) über dem Türkensattel eine horizontale Platte, das Diaphragma sellae s. hypophyseos, in welchem sich für den Trichter (Infundibulum) eine kleine Oeffnung befindet.

Die harte Hirnhaut des Rückenmarkes (Dura mater spinalis) ist beim Menschen dünner, als die des Gehirns; hingegen fanden wir bei Pferden den obern Halsabschnitt derselben zumeist dicker, und eine undurchsichtige, weisse Haut vorstellend. Sie beginnt am grossen Hinterhauptsloche und endigt in der Höhle des 3.—4. Sacralwirbels; wird vorne durch Bindegewebsstränge an das hintere gezähnte Längsband des Rückenmarkkanales angeheftet, rückwärts jedoch von Fettgewebe und gelatinöser Bindesubstanz umschlossen. Seitlich ist sie — zum Durchtritte der Rückenmarkswurzeln — durchlöchert.

An der Peripherie des grossen Hinterhauptloches hängt die

harte Hirnhaut mit dem Knochen fest zusammen und geht — wie erwähnt — in diejenige des Rückenmarkes über; während sie entlang der Medianlinie des Schädeldaches von vorne nach hinten zu sich in die Hemisphärenspalte des Grosshirnes einsenkt und so die Hirnsichel (Falx cerebri v. Processus durae matris) bildet. Das vordere Ende der Hirnsichel ist an die Crista galli angeheftet, während ihr oberer convexer Rand an der Protuberantia occipitalis interna und den Seitenrändern der Sagitalfurche befestigt ist. Sie entsendet ferner auch zum Kleinhirn einen Fortsatz, der als Kleinhirnsichel (Falx cerebelli, Processus durae matris falciformis minor s. cerebelli) bezeichnet wird und sich in den hinteren Einschnitt und die Längsspalte des Kleinhirnes einsenkt. Sämmtliche Sichelfortsätze geben seitliche Aeste ab, wodurch Hohlräume: die Hirnsinus, entstehen.

Die Spinnewebenhaut stellt eine feine, durchsichtige Membran dar, welche die innere Hülle des Gehirns und Rückenmarkes, die Nervenwurzeln und das oben angeführte gezähnte Längsband einhüllt. Ihre obere Fläche bildet die innere Wand des subduralen Hohlraumes, welcher durch sie — mit Ausnahme der Oberfläche der Pacchioni'schen Granulationen — abgeschlossen wird; das Rückenmark der ganzen Länge nach schlauchförmig umgebend. Ferner hängt sie durch, der hintern Längsspalte (Septum cervicale) des Rückenmarkes entsprechende Fasern mit der Dura mater cerebri et spinalis zusammen. Obschon das Hirn blos lose deckend, ist sie dennoch an einzelnen Stellen und Windungen mit der weichen Hirnhaut fester verwachsen. Den zwischen der innern Fläche der Spinnewebenhaut und der weichen Hirnhaut mit Bindegewebsbündeln durchsetzten Raum nennt man Cavum subarachnoidale, welcher mit einer Schichte Endothelzellen bekleidet ist; der Raum zwischen äusserer Fläche und harter Hirnhaut wird Cavum subdurale genannt.

Die in diesen Räumen enthaltene und sowohl in den Hirnventrikeln als auch im Rückenmarkskanale vorfindliche seröse Flüssigkeit bezeichnet man als Hirnrückenmarksflüssigkeit (Liquor encephalospinalis s. cerebrospinalis). — Sowohl der subdurale als auch der subarachnoidale Raum communicirt im Gehirne und im Rückenmarke durch Oeffnungen miteinander. Für den Menschen constatirte dies zuerst Axel-Key in Gemeinschaft mit Retzius durch Injectionen in die Schädelöffnung durch eine unter die Dura mater gebundene Canule.) Ebenso wiesen Schreiber und Naunyn durch physio-pathologische Experimente (am Hunde) die Richtigkeit dieser Angaben nach, wovon sich Verfasser gleichfalls bei diesbezüglichen, in seinem Laboratorium ausgeführten Arbeiten überzeugen konnte.

Die weiche Hirnrückenmarkshaut, auch Gefässhaut

genannt, ist eine bindegewebige, dünne, leicht zerreissliche Membran, welche, dem Hirn und Rückenmarke eng anliegend, in sämmtliche Einschnitte und Furchen derselben eintritt, und die fortlaufenden kleinen Gefässstämmchen dieser Organe mit sich führt. Ihre äussere Fläche ist glatt; die innere jedoch an dem Organ fest adhärent, hängt mit diesem durch zahlreiche dünnwandige Arteriolen, Venen und Capillargefässe zusammen. — Am Rückenmarke (Pia mater spinalis) kräftiger entwickelt als am Gehirne, drängen sich ihre Falten in die vordere Längsspalte ein; während die hintere und die Seitenfurchen unberührt bleiben.

Die weiche Hirnhaut (Pia mater cerebri s. encephali) ist feiner und hängt mit der Hirnsubstanz weniger fest zusammen, als die vorhergenannte, senkt sich jedoch in alle Furchen und Einschnitte ein; überbrückt an den Querspalten des Kleinhirns und Grosshirns die peripheren Theile derselben, wodurch sie den 3. und 4. Hirnventrikel abschliesst und sich in deren Hohlräume als Gefässgeflecht (Plexus chorioidei) fortsetzt. Letztere sind platte, faltige, in das Innere der Ventrikel eindringende Stränge, mit gewundenen Blutgefässen. An ihrer kolbigen Oberfläche nimmt man zahlreiche zottenförmige Erhabenheiten, die Villi chorioideales, wahr, welche mit cylindrischen (an einzelnen Stellen platten) Flimmerzellen bedeckt sind*).

Das Gefässgeflecht des 3. Ventrikels und der Seitenventrikel entstammt der obern Gefässplatte (Tela chorioidea superior v. Plexus chorioideus tertius). Letztere stellt eine dreieckige Lamelle dar, welche in die quere Commissur des Gehirns eindringt, die Zirbeldrüse einhüllt, dann nach vorne wegziehend mit ihrer obern Oberfläche den 3. Ventrikel und den mittlern Abschnitt der obern Parthie der Sehhügel überzieht. Von der untern Oberfläche dieser hängt das Gefässgeflecht des 3. Hirnventrikels herab (Plexus chorioideus ventriculi tertii), welches nach rückwärts in den Eingang des Aquaeductus Sylvii eindringt und sich mit dem Plexus des 4. Hirnventrikels verbindet. An den Seitenrändern der obern Gefässplatte sind dann noch die rechts- und linksseitigen Lateralplexus (Plexus chorioidei laterales dextri et sinistri) angebracht.

Das Gefässgeflecht des 4. Hirnventrikels (Plexus chorioideus ventriculi quarti) kommt aus der vordern Oberfläche der untern Gefässplatte (Tela chorioidea inferior) her. Die untere Gefässplatte gehört der weichen Hirnhaut an und verschliesst die Querspalte des Kleinhirnes.

---

*) Die Flimmerbewegung der Zellen kann bei Vögeln (besonders bei dem Truthahne) an den Zotten des Plexus chorioid. durch längere Zeit beobachtet werden.

Function des Central-Nervensystems.

Function des Rückenmarkes.

Die Abhandlung der Functionen des Centralnervensystems beginnen wir mit dem Rückenmarke; da dieses mit den höheren Centren sowohl bezüglich der Structur, als auch der Function im engern Zusammenhange steht; wodurch das Verständniss derselben wesentlich erleichtert wird. Die Function der höheren Centren des Rückenmarkes wird betrachtet als: 1. eines Reflexorganes; 2. eines automatischen Centrums; 3. eines Leitungsorganes.

Reflexthätigkeit des Rückenmarkes.

Bei Besprechung der Physiologie der Ernährung wurde bereits angeführt, dass unter Reflexbewegung diejenige verstanden wird, welche über Reizung eines sensiblen und centripetal leitenden Nerven zu Stande kommt. [So z. B. das Niesen (Athembewegung) bei Reizung der Nasenschleimhaut; dasselbe auf Lichtreiz; Husten bei Berührung des Gehörganges u. s. f.]. Bei diesen Bewegungen kommt der Einfluss des Willens nicht zur Geltung.

Man unterscheidet dreierlei Arten von Reflexbewegung. und zwar: 1. den einfachen oder partiellen Reflex. Bei Zustandekommen desselben, durch Reizung einer sensiblen Sphäre, tritt nur ein einzelner Muskel, oder aber eine begrenzte Muskelgruppe in Action. Solches erfolgt beim Schliessen der Lider bei Berührung der Bindehaut des Auges. 2. Den ausgebreiteten oder ungeordneten Reflex. Derselbe tritt in Form klonischer oder tetanischer Zuckungen auf. Es kommen hiebei sowohl Muskelbündel, als auch die Gesammtmuskulatur des Körpers in Thätigkeit. Am gesunden Organismus treten solche mit grosser Intensität nach Einführung gewisser Gifte (Strychnin. Brucin, Coffeïn, Atropin, Nicotin und Carbolsäure) auf. wenn der vergiftete Mensch oder das Thier eine Berührung erfährt, oder der kleinsten Erschütterung ausgesetzt wird. Bei der Wasserscheu (Lyssa) und dem Tetanus tritt diese Art der Reflexkrämpfe sowohl beim Menschen als auch den Thieren sehr heftig zu Tage.

Bezüglich der Ausbreitung der Reflexbewegungen stellte Pflüger nachstehendes Gesetz auf: 1. Die Reflexbewegung tritt an jener Körperhälfte auf, an welcher der sensible Nerv gereizt wurde. 2. Wenn sich der Reflex auf die andere Körperhälfte ausdehnt, so kommt er nur an den Muskeln, welche an der primär afficirten Seite bereits contrahirt sind, zur Erscheinung. 3. Bei ungleicher Intensität der auf beiden Seiten eingetretenen Krämpfe sind die heftigsten an der primär afficirten Seite sichtbar. 4. Bei Weiterverbreitung der Reflexbewegungen auf benachbarte motorische Nerven werden stets diejenigen in das Bereich der Thätigkeit einbezogen, welche in der Richtung

der Medulla oblongata belegen sind. Schliesslich werden sämmtliche Muskeln von Krämpfen befallen.

In einzelnen Fällen kommen Ausnahmen von diesem Gesetze vor. Wird die Augengegend eines enthirnten, somit für Reflexe sehr reizungsfähigen Frosches berührt, so tritt eine Reflexcontraction der hinteren Extremität der entgegengesetzten Seite ein (Luchsinger, Langendorff). — Bemerkenswerth ist die Beobachtung von Schiff, dass bei Thieren, deren Rückenmark in der Längsrichtung halbirt wurde, die Reflexe stets als einseitige auftreten.

Strychnin ist ein die heftigsten Reflexkrämpfe hervorrufendes Gift. und wirkt direct auf die Ganglienzellen des Rückenmarkes; beim Frosche treten diese Reflexkrämpfe (selbst bei abgebundenem Herzen) dann auf, wenn das auspräparirte Rückenmark mit Strychninlösung beträufelt wird. Ebenso erscheinen die Krämpfe bei Erschütterung des Untersuchungstisches, sobald dem Thiere das Mittel beigebracht wurde. Das Thier verfällt in Opisthotonus und verendet bei grösserer Dosis durch Paralyse des Rückenmarkes. Hühner zeigen hingegen selbst bei grösseren Gaben eine gewisse Immunität.

Chloroform setzt die Reflexthätigkeit infolge Einwirkung auf das Centrum herab; eben dieselbe Wirkung zeigen Pikrotoxin, Morphin, Narcotin, Thebaïn, Coniin, Chinin und die Blausäure.

3. **Ausgebreitete, gut geordnete Reflexe. Man versteht darunter diejenigen, welche sich infolge Reizung einer sensiblen Faser als auf die gesammte, sogar verschiedenartige Muskulatur sich ausbreitende, complicirte Bewegungen manifestiren. denen jedoch der Charakter der Zweckmässigkeit und der Willkürlichkeit zugesprochen werden kann.**

Für hieher gehörige Versuche eignen sich ebenso Säugethiere, als Kaltblüter, wenngleich der Frosch das vorzüglichste Untersuchungsobject abgibt. Das Hirn des Frosches wird zu diesem Zwecke (durch einen den ganzen Oberkiefer im Mundwinkel treffenden Scheerenschlag) abgekappt und das Thier durch eine Stecknadel am Unterkiefer auf ein Postament geheftet.

An solchen decapitirten Fröschen vollführt man folgende interessante Experimente:

a) Das Thier vollführt zweckmässige Bewegungen, wenn man seine Haut an einer Stelle mit starker Säure betupft; es versucht dann den in die Axelhöhle gebrachten Tropfen (Essigsäure) mit der vordern Extremität derselben Seite abzuwischen; wird diese abgetrennt, so macht es denselben Versuch mit der hintern Extremität; bei Absetzung auch dieser mit den entgegengesetzten Extremitäten.

Das Ganze macht den Eindruck, als ob das Rückenmark Bewusstsein besässe, was durch Pflüger auch angenommen wurde.

b) Der Goltz'sche Quackversuch tritt an decapitirten Fröschen jedesmal bei Berührung der Rückenhaut ein.

c) Der Goltz'sche Umarmungs-Versuch. Der zwischen dem Kopf und dem 4. Wirbel belegene Theil des Stammes von einem, seiner vorderen Extremitäten beraubten Frosche (Männchen) umfasst zur Paarungszeit bei sanfter Berührung der Brusthaut jeden gereichten festen Gegenstand.

d) Zu den geordneten Reflexbewegungen der Warmblüter (Hund) gehört das mit den hintern Extremitäten ausgeführte Kratzen nach Kitzeln der Hautfläche (sowohl bei gesunden Thieren, als auch solchen, denen der untere Abschnitt der Rückenmarkes halbirt wurde); ferner die zur Harn- und Kothentleerung, für die Erection und zur Geburt nöthigen Bewegungen (Goltz, Freusberg, Gergens).

Wird die Medulla oblongata entfernt, so treten keine geordneten Reflexe ein. Daraus folgt, dass das verlängerte Mark ein höheres und derartig beschaffenes Reflexorgan ist, welches die verschiedenen Reflexgebiete

des Rückenmarkes als Leiter miteinander verbindet (Ludwig, Owsjannikow).

e) Beim Menschen kommen während des Schlafes geordnete Reflexbewegungen zu Stande, ebenso in krankhaften, soporösen Zuständen.

Das Husten, Niesen, Brechen, doch auch zahlreiche complicirte Bewegungen (Tanzen, Schlittschuhlaufen, Reiten, Velocipèdfahren) sind Reflexbewegungen, die jedoch erst eingelernt werden müssen, damit solche — ohne dass darauf besonders geachtet wird — als geordnete Reflexe ausgelöst werden können.

Die Reflexbewegung ist von kürzerer Zeitdauer als die willkürliche, doch tritt auf die Empfindung jene nach längerer Zeit ein, als diese.

Versuche an Fröschen haben festgestellt, dass bis zum Eintritte der Zuckung etwa 12mal soviel Zeit verstreicht, als die Leitung in den sensiblen und motorischen Nerven dauert (Helmholtz). Beim Frosche wird der Reflexzeitraum, d. h. die Zeit, welche verstreicht, bis auf einen sensiblen Reiz die Bewegung ausgelöst wird, mit 0·008—0·015 Secunde angegeben.

Die Bestimmung dieser Zeit erfolgt in der Weise, das sowohl der Beginn des sensiblen Reizes, als auch der Eintritt der Bewegung auf die Papierfläche eines Kymographion-ähnlichen Instrumentes (s. Blutcirculation) mittelst eines Hebels verzeichnet und unter diesen Marken die Zeit angeschrieben wird. Die Differenz aus beiden Zeit-Notirungen gibt dann die Reflexzeit.

Der Reflex wird übrigens auch beeinträchtigt, was durch den sogen. Reflexhemmungsmechanismus geschieht. Hieher gehört der Wille. Als Beispiele mögen angeführt sein: a) Das Offenhalten des Auges bei Berührung desselben; Zurückhalten der Bewegung nach Kitzeln. Andere Reflexe können nicht zurückgehalten werden — so die Erectio penis (Samenerguss), die Bewegung der Iris des Auges; ebensowenig als solche willkürlich ausgeführt werden können. b) Setschenow's Reflexhemmungscentrum, welches beim Frosche im Lobus opticus belegen ist. Wird dieses entfernt, so steigert sich die Reflexerregbarkeit: Reizung der unteren Schnittflächen (mit Kochsalz oder Blut) verringert dieselbe. Obschon nicht erwiesen, so kann aus vielen Daten darauf geschlossen werden, dass in dem Vierhügel und der Medulla oblongata der höheren Wirbelthiere derartige Reflexhemmungscentren vorhanden sind. c) Durch stärkere, intensivere Reizung der sensiblen Nerven kann die Reflexerregbarkeit vermindert, sogar zu nichte gemacht werden (Goltz, Lewisson, Fick und Erlenmeyer).

Niesen kann durch Druck auf den Gaumen und Reibung des Nasenrückens, die Bewegungen infolge Kitzelns angeblich durch Einbeissen in die Zunge verhindert werden.

Einzelne Gifte setzen die Reflexerregbarkeit herab, so Chloroform, Digitalis, Calabar, Chinin, Bromkalium u. s. f., wahrscheinlich jedoch erst nach vorhergegangener und vorübergehender Steigerung der Reflexthätigkeit (Landois).

Das Rückenmark als Centralorgan.

Im Rückenmarke sind theils selbständige, theils von dem verlängerten Marke und denjenigen des Hirns beeinflusste automatische Centren nachgewiesen. Hieher zählen:

1. Das Dilatationscentrum der Pupille (Centrum ciliospinale von Budge), zwischen dem 1. und 3. Brustwirbelabschnitte des Halsrückenmarkes belegen. Einseitige Exstirpation dieser Stelle am Rückenmarke bringt auf derselben Seite Pupillenverengerung zu Wege. Die motorischen Nerven des Rückenmarkes entspringen aus den vorderen Wurzeln, und zwar aus den Wurzeln des 2. untern Cervical-Nerven, und den 2. oberen Brustnervenwurzeln in der Bahn des Cervical-Sympathicus verlaufend.

2. Das Centrum für die Kothentleerung (Budge's Centrum anospinale). Die centripetal leitenden Nerven desselben verlaufen in den Plexus haemorrhoidales et mesenterici inferiores. Das Centrum wird beim Hunde an dem 5., beim Kaninchen in der Gegend des 6. und 7. Sacralwirbels im Rückenmarke gefunden. Die centrifugal leitenden Fasern entstammen dem Plexus pudendus und ziehen zu den Schliessmuskeln. Nach Durchtrennung dieses Centrums fand Goltz mit dem in den Mastdarm des Thieres eingeführten Finger rhythmische Contractionen des Schliessmuskels eintreten, woraus er folgerte, dass dieses Centrum zu geordneter Function ohne Einfluss des Gehirnes unfähig sei.

3. Das Reflexcentrum für Harnentleerung (Budge's Centrum vesicospinale), für den Schliessmuskel beim Hunde an dem 5., beim Kaninchen am 7. Lendenwirbel im Rückenmarke befindlich; für die Muskulatur der Blase hingegen etwas höher belegen. Wird gleichfalls vom Gehirn aus beeinflusst.

4. Das Erectionscentrum des Penis (Goltz, Eckhard). Die damit zusammenhängenden sensiblen Nerven werden von den sensiblen Nerven des Penis geliefert; die centrifugal leitenden gehören der Arteria profunda penis an, sind vasohypotonisirende (gefässverengende) und entspringen (als Nervi erigentes penis, Eckhard) aus dem 1.—3. Sacralnerven, zum Musculus ischiocavernosus et transversus perinei profundus ziehend; die motorischen Fasern entstammen dem 3. und 4. Sacralnerven. Letztere können selbständig erregt werden, oder auf dem Wege der (im Gehirn entstandenen) Gedanken.

Goltz wies dieses Centrum an der Lendengegend durch zahlreiche, an Hunden angestellte Experimente nach. — Er führte die Versuche in der Weise aus, dass er bei mehreren Thieren

nach Durchschneidung des Rückenmarkes unter, an anderen Thieren nach Durchtrennung ober der genannten Stelle durch Ziehen des Präputiums Erectionen des Penis hervorzurufen trachtete. Bei Thieren, denen das Rückenmark oberhalb der genannten Stelle, gleichviel an welchem Abschnitte, durchtrennt war, trat der Penis nach Reizung des Präputiums in kurzer Frist in Erection; zum Beweise dessen [obschon das Gehirn gleichfalls auf die Erection des Penis von Einfluss sein kann und ist (psychischer Reiz)], dass das selbständige Centrum für diese Function nicht in den oberen Gangliencentren — wie früher angenommen wurde — sondern an der genannten Stelle des Rückenmarkes befindlich ist. Wurde hingegen das Rückenmarkscentrum zerstört, so erigirte sich der Penis auf keinerlei Weise (wie sich Verfasser 1876 durch die von Prof. Goltz in Strassburg freundlichst ausgeführten Demonstrationen zu überzeugen Gelegenheit hatte). Es möge hiebei noch bemerkt werden, dass bei ersteren Experimenten stets auch Samenerguss der Thiere erfolgte.

5. Das Centrum für den Samenerguss (Ejaculatio) (Budge's Centrum genitospinale). Als Erreger fungiren hier die sensiblen Nerven des Penis (N. dorsalis penis). Beim Kaninchen liegt dieses Centrum in der Gegend des 4. Sacralnerven im Rückenmarke. Die motorischen Nerven der Samenleiter entstammen aus dem 4. und 5. Lendenrückenmarksnerven, gehen von hier in den Grenzstrang des Sympathicus und von da zu den Samensträngen. Der Musculus bulbocavernosus (Ejaculator des Samens) erhält seine motorischen Nervenfasern aus dem 3. und 4. Kreuzbeinnerven (Dammnerven, Nn. perinei).

6. Das Centrum für den Geburtsmechanismus liegt nach Körner am 1. und 2. Lendenwirbel im Rückenmarke. Dessen centripetale Fasern entstammen dem Plexus uterinus, wohin sich auch die motorischen Nerven des Rückenmarkes einpflanzen. Goltz und Freusberg sahen eine Hündin empfangen und werfen, an der sie das Rückenmark in der Höhe des ersten Lendenwirbels durchtrennt hatten.

7. Vasomotorische Centren (vgl. Innervation der Blutgefässe bei Blutcirculation).

8. Das Regulirungscentrum für die Schweissabsonderung (vgl. Schweisssecretion).

Directe Reizung des Rückenmarkes.

Der grösste Theil des Rückenmarkes reagirt auf directe (elektrische oder mechanische) Reize nicht. Wird die weisse oder graue Substanz des auspräparirten Rückenmarkes gereizt, so treten weder Bewegungs- noch Empfindungserscheinungen

auf. (Van Deen 1841, Brown-Séquard, Schiff, Huizinga, Mumm und S. Mayer; gegentheiliger Meinung sind Fick, Engelken, Gianuzzi, Luchsinger und neuerer Zeit Mendelssohn.)

Da das Rückenmark nach erstgenannten Forschern auf Reize nicht reagirt, hingegen den Reiz auf die hinteren Wurzeln an das Gehirn zu leiten vermag, so hat Schiff aus diesem Grunde das Rückenmark ästhesodisch (Sensibilitätsleiter) und da es auch motorische Impulse leiten kann, auf eigene Reize jedoch keine Bewegungen auslöst, kinesodisch (Motilitätsleiter) genannt.

Die vasomotorischen Centren können von jeder Stelle des Rückenmarkes gereizt werden. Die Reizung jedes Rückenmarksquerschnittes ergibt in den davon innervirten Gefässen Verengerung des Lumens (Ludwig und Thiry).

Chemische Reize scheinen auf das Rückenmark wirksam zu sein; Erstickungsblut wirkt auf die motorischen Centren als Impuls, ebenso auf über 40° erhitztes, endlich auch einzelne Gifte. Bemerkenswerth ist der von Fodera (1823) und nach ihm v. A. constatirte Befund, dass nach einseitiger Durchtrennung des Rückenmarkes oder einer solchen blos des hintern oder blos des vordern Seitenstranges unter der Schnittstelle an derselben Seite Hyperästhesie eintritt, so dass z. B. ein auf diese Art operirtes Kaninchen bei leiser Berührung des betreffenden Fusses laut aufschreit. Diese Erscheinung kann bis 3 Wochen nach der Operation andauern und entweder zur Norm zurückkehren, oder es bleibt auch eine, unter der normalen stehende Empfindlichkeit zurück. Auf der gesunden Seite ist die Empfindlichkeit hingegen constant herabgesetzt. An Menschen mit Rückenmarksverletzung ist Aehnliches beobachtet worden. Nach Durchtrennung der Vorderstränge tritt in den Muskeln unter der Durchtrennungsstelle grosse Neigung zu Zuckungen (Hyperkinesie) (Brown-Séquard) auf.

Das Rückenmark als Leitungsorgan.

Das Rückenmark besitzt nicht blos selbständige oder von höheren Stellen beeinflusste Centren, oder erscheint als Erreger und Leiter von Reflexbewegungen, sondern es dient auch als Vermittler für motorische und sensible Impulse zu und von den höheren Centren. Die diesbezüglichen Resultate können in Folgendem zusammengefasst werden:

1. Die localisirte willkürliche Bewegung wird an derselben Seite des Rückenmarkes, und zwar nach älteren Autoren in die Zellen der Vorder- und Seitenhörner (grauen Columnen) und von hier durch die Seitenstränge derselben Seite

nach oben zu geleitet (Ludwig, Woroschiloff, Ott und Smith).

2. Ausgebreitetete, gut geordnete (tactile) Reflexe werden durch die hinteren Wurzeln in die Ganglienzellen der Hinterhörner geleitet und gelangen von hier aus an die Ganglienzellen der Reflexcentren durch — allem Anscheine nach — in den Hinter- und Vordersträngen verlaufende Fasern. Aus den motorischen Centren ziehen solche zu den erregten Muskeln und laufen durch die Vorderwurzeln gegen die Peripherie hin.

3. In den Vordersträngen verläuft die Hemmungserregung der geordneten Reflexe; in entsprechender Markhöhe gelangt die Leitung durch die Vorderstränge in die graue Substanz, um mit der Leitungsbahn des reflectorischen Apparates in Verbindung zu treten.

4. Das Schmerzgefühl wird durch die hinteren Wurzeln im ganzen Rückenmarke vermittelt. Wenn das Rückenmark derartig durchtrennt wird, dass beide Hälften der grauen Substanz nur durch eine dünne Brücke miteinander zusammenhängen, so leitet es dennoch das Schmerzgefühl. Bei totaler Durchtrennung hört die Leitung allen Schmerzgefühles unterhalb der durchtrennten Stelle auf, es tritt die sogen. Analgesie ein, wo bei intact gebliebenen Seitensträngen das Tastgefühl erhalten ist. Aehnliche Beobachtungen wurden an mit Chloroform narcotisirten Menschen gemacht; dieses schaltet nämlich die Leitung der das Schmerzgefühl vermittelnden Nerven aus, behindert jedoch das Tastgefühl nicht, so dass die Kranken die Operation nicht als Schmerz-, sondern als Tast- und Druckempfindung wahrnehmen (Schiff).

Da die Leitung des Schmerzgefühles in der gesammten grauen Substanz vor sich geht, so ist erklärlich, warum die von einem schmerzhaft erkrankten Knotenpunkte ausstrahlenden Schmerzen auch an entfernteren Körperstellen empfunden werden. So schmerzt bei Zahnweh oft die eine Gesichtshälfte, oder der ganze Kopf. Man bezeichnet dieses als Irradiation (Ausstrahlung) des Schmerzgefühles.

5. Die krampfartigen, unwillkürlichen und nicht coordinirten Bewegungen werden von der grauen Substanz durch die Hinterwurzeln geleitet.

6. Die ausgebreiteten Reflexkrämpfe werden durch die Hinterwurzeln in die Hinterhörner und von da in die Ganglienzellen der Vorderhörner geleitet, und von da an die Vorderwurzeln abgegeben.

7. Die Hemmungsimpulse für die pathischen Reflexe verlaufen in den Vordersträngen; nach Ludwig, Woroschiloff. Ott und Smith (beim Kaninchen im untern Rückenabschnitte) hingegen blos in den Seitensträngen.

Weiss, der einem Hunde das Rückenmark an der Brust- und Lendengrenze durchschnitt, fand jeden Seitenstrang den sensiblen Bahnen gleichmässig vorstehend, und den grössten Theil der motorischen Bahnen auf derselben Seite verlaufen. Bei totaler Durchschneidung beider Seitenstränge tritt totale Sensibilitäts- und Motilitätsparalyse ein. Der Vorderstrang und die graue Substanz sind demnach, nach Weiss, für das Aufhören dieses Zustandes nicht ausreichend.

8. Das localisirte Tastgefühl [Druck-, Temperatur- und Muskelempfindung (vgl. Physiologie des Tastgefühles, Seite 580 bis 584)] verläuft durch die Hinterwurzeln in die Reflexapparate der grauen Substanz.

9. Die vasomotorischen Nerven ziehen nach Dittmar in die Seitenstränge, und nach in entsprechender Höhe erfolgter Einpflanzung in die Zellen der grauen Substanz und verlassen das Rückenmark durch die vorderen Wurzeln. Zu den Muskelwänden der Gefässe gelangen dieselben entweder auf der Bahn der Rückenmarksnerven, oder durch die Rami communicantes im Sympathicus weiter, aus dem sie sich in den Gefässplexus einpflanzen. Durchschneidung des Rückenmarkes bringt aus diesen Gründen Paralyse sämmtlicher, unter der Durchtrennungsstelle liegender vasomotorischer Nerven hervor, während bei Reizung des peripheren Stumpfes des Rückenmarkes sämmtliche Gefässe contrahirt werden.

10. Die den Blutdruck herabsetzenden Nerven (N. depressor) (s. Blutcirculation, Seite 332), durch die hinteren Wurzeln eintretend, verlaufen in den Seitensträngen nach aufwärts, sich darin unvollständig kreuzend (Ludwig und Miescher).

11. Die Respirationsnerven aus dem Respirationscentrum der Medulla oblongata, in den Seitensträngen des Rückenmarkes an derselben Seite verlaufend, übergehen, vor ihrem Uebertritte zu den Ganglienzellen der grauen Substanz (endgiltig zwar noch nicht festgestellt), durch die vorderen Wurzeln in die motorischen Nerven der Respirationsmuskeln (Schiff).

Einseitige oder totale schichtenweise Durchtrennung des Rückenmarkes in nach oben gerichteter Richtung bringt Lähmung der entsprechenden höher belegenen Respirationsnerven zu Stande. Die Durchschneidung ober der Ursprungsstelle des Zwerchfellnerven ist absolut tödtlich.

Für die Bewegung der Lymphherzen scheint das Rückenmark mit automatischen Centren versehen zu sein. Zertrümmerung des Rückenmarkes an der zweiten Wirbelgegend bringt die vorderen Lymphherzen des Frosches zum Stillstande; die Bewegungen der hinteren hören erst bei Zertrümmerung des Rückenmarkes in der Gegend des 7. Wirbels auf.

Einfluss des Rückenmarkes auf die Temperaturverhältnisse des Körpers.

Brodie beobachtete zuerst ein Ansteigen der Körpertemperatur auf 43·9 ° C. 42 Stunden nach einer Verletzung des untern Rückenmarkabschnittes. Billroth machte die gleiche Wahrnehmung bei Bruch des 6. Cervicalwirbels und Zertrümmerung der Medulla spinalis; Simon (44 ° C.), Naunyn und Quincke dasselbe nach Wirbelbrüchen. Die Mehrzahl der physiologischen Experimente erweist jedoch das Gegentheil. So fand man zumeist, dass Durchtrennung des Rückenmarkes einen Temperaturabfall hervorruft (Cl. Bernard, Schiff, Chossat, Brodie, Bezold, Riegel, Parinaud); in einzelnen wenigen Fällen fanden Brodie und Schiff jedoch auch erhöhte Temperaturen.

Tscheschichin, Naunyn und Quincke vertreten die gegentheilige Ansicht. Sie fanden stets Temperaturabfall, wenn der Versuch nach Art der früheren Experimentatoren angestellt; hingegen trat beträchtliche Temperatursteigerung ein, wenn das Thier nach der Operation gut eingehüllt, oder an warmen Orten gehalten wurde. Das durch die zuerst angeführten Beobachter bemerkte Sinken der Temperatur ist demnach durch gesteigerte Wärmeausstrahlung erklärlich. Ferner geben Naunyn und Quincke an, dass: je höher die Durchtrennung des Rückenmarkes angelegt wurde, umso höher die Körpereigenwärme anstieg; was wahrscheinlich mit gesteigerter Wärmebildung zusammenhängt. Von den Experimenten Naunyn's und Quincke's ausgehend konnte K. Schroff gleichfalls deren positiven Resultate constatiren; fand jedoch das Wärmeregulationscentrum im Rückenmarke nicht.

Nach A. Bókai fällt die Körpertemperatur bei Durchschneidung des Halsrückenmarkes sowohl an der Peripherie als auch dem Centrum; wurde der Schnitt tiefer belegt, und zwar unter der Mitte des Brustrückenmarkes, dann ist ein Temperaturabfall blos an den unteren Extremitäten und in dem Mastdarme wahrnehmbar; bei Durchtrennung des Lendenmarkes fällt blos die Temperatur des Mastdarmes und der Musc. glutei beträchtlich ab. Bókai nimmt nach seinen eigenen Untersuchungen: das Sinken sowohl der centralen als peripheren Temperatur nach Rückenmarkdurchschneidung an. Solches kann dann aus zwei Ursachen herstammen: einmal durch Verringern der Wärmeproductions-Fähigkeit des Thieres, oder durch Eintreten einer periodischen Paralyse der Gefässnerven, welche zwar zum Theile später ausgeglichen wird, doch die Accomodationsfähigkeit der Gefässe für Temperaturverhältnisse in gewissem Sinne lahm legt;

umso mehr als die Regulation der pressorischen und depressorischen Nerven auf reflectorischem Wege ausgeschlossen, die Wärmeausstrahlung gesteigert wird.

Function und Erregbarkeit des Kleinhirns und der um dasselbe gelagerten Theile*).

Von Alters her wurde das Kleinhirn als das Organ für die Erinnerung betrachtet; bis Willis im 16. Jahrhundert den Sitz des Geistes hineinverlegte und darin das Regulationsorgan für die vegetativen Functionen suchte; wie er auch die Erregbarkeit des Kleinhirns anführt. Haller stellte dies in Abrede, und die Erregbarkeitsfähigkeit des Kleinhirns wurde selbst dann vielfach angezweifelt, nachdem Zinn nach Verletzung desselben allgemeine Zuckungen constatirt hatte. Gall betrachtete das Kleinhirn als Centralorgan der Geschlechtsfunctionen; Budge und Valentin beobachteten Bewegungen an den Genitalien bei Reizung des Kleinhirns, während dies Ségalas nicht zu Ansicht kam, der hingegen feststellte: dass bei Reizung der Medulla oblongata Erection des Penis erfolgte. Flourens zerstörte einen Theil des Kleinhirns vom Hahne, dessen Geschlechtstrieb jedoch erhalten blieb. Wenngleich das Kleinhirn die Geschlechtsfunctionen beeinflusst, so ist dies nicht die einzige Wirkung desselben, wie man sowohl zahlreichen Experimenten als auch pathologischen Beobachtungen zu entnehmen vermag. Gegen die Einflussnahme des Kleinhirns auf das Geschlechtsleben spricht auch der Umstand, dass die schwanzlosen Amphibien ein verkümmertes Kleinhirn, hingegen sehr entwickelten Geschlechtstrieb besitzen.

Flourens betrachtet mit Recht das Kleinhirn als Coordinationsorgan der Bewegungen. Wird das Organ bei einem Thiere entfernt, so verräth solches stetige Unruhe, und vermag — trotz Bewegung verschiedenster Muskelgruppen — dieselben nicht mehr zweckmässig einzuordnen; es vermag weder sicher zu stehen oder gehen, und wenn das Versuchsthier ein Vogel gewesen, nicht zu fliegen. Bei partieller Exstirpation des Kleinhirns zeigt sich die Incoordination der Muskelbewegung in verschiedener Weise. Bei Verletzung der einen Hemisphäre des Kleinhirns fällt das Thier auf die der Läsion entgegengesetzte Seite, wozu sich Umdrehungen um die Körperaxe zugesellen, und zwar gegen die verletzte Seite zu oder auch umgekehrt (Balogh). Nach Schiff treten die Bewegungen nach Verletzung des Kleinhirns stets gegen die verletzte Seite auf, hingegen bei Verletzung der zur Brücke führenden Bindearme die nach der

*) Nach einer Abhandlung von Prof. C. Balogh.

entgegengesetzten Seite gerichteten ein. Nach Cl. Bernard kommt bei Verletzung des vordern Abschnittes des genannten Bindearmes Drehung nach der entgegengesetzten Seite zu Stande, während solche bei Läsion der hinteren Parthieen nach der verletzten Seite zu gerichtet entstehen.

Die Widersprüche dieser Angaben finden nach Balogh ihre Erklärung darin, dass die mit der Verletzung einhergehenden Hämorrhagieen ausser der Verletzungsstelle noch änderwärts Mitveränderungen hervorrufen.

Wird der vordere Abschnitt des Kleinhirnwurmes (Vorderwurm) verletzt, so beugt sich das Thier bei willkürlichen Bewegungen nach vorne, und zeigt Neigung zum Nachvornestürzen; bei Läsion der hintern Parthie neigt es nach hinten und macht Bewegungen nach rückwärts. Bei Menschen beschrieben Renzi und Ladame ähnliche Erscheinungen bei pathologischen Veränderungen des Kleinhirns.

Bei Kleinhirnverletzungen ändert sich die Richtung der Sehaxe, woran die Contraction der Augenmuskeln Schuld trägt: letztere sind zeitweilig in Zuckungen begriffen. Die Augenbewegungen treten nach Verletzung irgend eines Seitentheiles gleichfalls auf (Magendie, Schiff, Gratiolet, Leven, Olivier und Balogh).

Bei Läsion des Kleinhirns erreichen die unverletzten Muskelcentren das Uebergewicht, das Gleichgewichtsgefühl geht verloren und es treten Schwindelerscheinungen ein.

Ferrier konnte bei Reizung des Kleinhirns von Kaninchen, mittelst Electricität, sowohl am Wurmtheile des Kleinhirns, als auch an den Hemisphären, verschiedene Bewegungen der Augäpfel auslösen. Balogh stellte gleichfalls Reizungsversuche und zwar sowohl mechanische als auch mit elektrischen Strömen am Kleinhirn an, und theilen wir dessen Untersuchungsresultate in Nachstehendem mit.

Bei Reizung der Rinde jedes Kleinhirnlappens kamen an den Versuchsthieren Augapfelbewegungen zu Stande, und zwar einmal theils gleichmässige, theils schielende; wie auch Retraction der Bulbi mit nachfolgendem Heraustreten und Zuckungen derselben hervorgerufen werden konnte, woraus sich der Einfluss der Kleinhirnrinde auf die Augenbewegungen ableiten lässt.

Bei Reizung des vordern Wurm-Abschnittes traten beide Augäpfel in die Orbita zurück und rollten nach einwärts, wodurch convergirender Strabismus eintrat.

Bei Reizung des mittleren Wurm-Abschnittes wurden die Augäpfel stets blos nach aussen bewegt; demnach blos das Centrum des N. abducens erregt; in einzelnen Fällen bewegten sich beide, in anderen Fällen blos der eine Augapfel. Wurde hingegen der hintere Wurm-Abschnitt gereizt, so trat der Augapfel bald auf derselben, bald auf der entgegengesetzten Seite in seine Höhle zurück und rollte zumeist nach einwärts: in

diesem Falle kam jedoch Bewegung der Gesichts- und Zungenmuskeln zu Stande. Bei seitlicher Reizung des oberen Lappens contrahirte sich meistentheils der Musculus rectus an einem oder auch an beiden Augen, und war dieser divergirende Strabismus entweder selbständig oder mit Retraction des Augapfels gepaart; daneben sprang das Auge zeitweilig aus der Höhle heraus und wieder zurück, wobei sich zu gleicher Zeit die Muskeln der hinteren Extremitäten contrahirten.

Bei Reizung des Hinterlappens retrahirten sich die Augäpfel und traten dann hervor, mit Augenzucken nach innen und aussen. In einem Falle der Reizung sah das Auge an der Reizungsseite nach oben, das andere nach unten; in seltenen Fällen war auch Dilatation der Pupille vorhanden. Bei Reizung der obern Oberfläche dieses Lappens bog das Thier den Kopf nach der Reizungsseite und dann nach rückwärts, wobei Augenlidzwinkern, Erzittern der Hautmuskeln, Aufsträuben der Haare eintrat; auch kam es vor, dass das Thier sich an den gestreckten Gliedmassen erhob. Ein gleiches Resultat kam bei Reizung des mittlern Lappens zu Stande.

Sowohl der äussere Rand des hintern Lappens als auch derjenige des mittlern war schmerzhaft. Nach Vulpian ist die graue Substanz unempfindlich, doch fand Balogh, dass bei tiefem Eindringen nicht allein Schmerz eintritt, sondern dieser beim Einsetzen in die weisse Substanz beträchtlich erhöht wird.

Die Schmerzhaftigkeit der weissen Substanz des Kleinhirns ist längst bekannt, obschon neuerer Zeit Beaunis behauptet, dass der Einstich in das Kleinhirn schmerzlos sei.

Die physiologischen Experimente von Balogh und die klinischen Beobachtungen von Huguénin, Ferrier u. A. sprechen jedoch für die Schmerzhaftigkeit desselben. Reizung des Unterlappens gelang Balogh blos in seltenen Fällen, dann beobachtete er aber Augenzittern, ferner Rotirung der Augäpfel nach unten und aussen. Der Flocculus wurde ebenfalls erregbar gefunden; der Augapfel an der gereizten Seite trat dabei bald ein- bald auswärts und gleichzeitig nach unten; auch konnte dadurch Retraction des Augapfels an der gereizten Seite, zugleich Bewegung der Gesichtsmuskeln an der entgegengesetzten und Drehung des Kopfes zur gereizten Seite ausgelöst werden.

Reizung der, die Rindensubstanz des Kleinhirns mit den Oliven und dem Rückenmarke verbindenden Corpora restiformia bringt theils Augenbewegung nach aussen, theils Rotirung beider Augäpfel nach innen zu Wege; oft wird der Augapfel nach oben oder hinten gezogen, kann sich im gegebenen Falle auch nach aussen und innen rotiren.

Bei Reizung des Grundes der 4. Gehirnkammer bewegt sich der Augapfel gleichfalls, ausserdem wird die Pupille dilatirt. Wird die Reizung vor der Spitze des Calamus scriptorius ausgeführt, so zuckte der Augapfel nach auf- und abwärts; bei Reizung auf 6 Mm. nach vorne, bewegt sich ein Auge nach aussen, das andere nach innen, beide zusammen aber nach oben; bei einer Entfernung von 8 Mm. drehen sich beide Augen nach innen und wird die Pupille dilatirt; bei einer Entfernung von 10 Mm. kommt ein ähnliches Resultat zu Stande, wenngleich daneben die nach aussen und aufwärts erfolgende Rotation des Auges wahrgenommen wurde; bei 11 Mm. tritt blos Pupillendilatation ein; Reizung in der Weite von 12 Mm. war weder auf

den Augapfel, noch auf die Pupille (deren Dilatation auf Reizung der Medulla oblongata von Balogh bereits 1861 an Kaninchen constatirt wurde) von Wirkung.

Reizung des zur Varolsbrücke ziehenden Armes des Kleinhirns oder der Varolsbrücke selbst, bringt convergirenden Strabismus zu Stande; Reizung des Sehhügels ergab Zuckung des Augapfels auf der entgegengesetzten Seite. Bei Reizung der vorderen Corpora quadrigemina tritt Auswärtsrollen des rechten und Einwärtsrollen des linken Augapfels ein, es wurde jedoch auch Auswärtsrollen beider Augapfel beobachtet. Daneben tritt Zuckung der Augenmuskeln, Liderzittern und Retraction des Bulbus auf, doch erschien daneben Heraustreten und Pupillendilatation des letztern ebenfalls. Die nämlichen Erscheinungen treten bei Reizung der hinteren Körper des Vierhügels ein.

Auf die Zungenmuskulatur kann jedoch nicht nur durch Reizung des Grundes vom 4. Ventrikel, sondern auch durch die der hinter dem Calamus scriptorius gelegenen Gegend, und die der Oliven und der Corpora restiformia eingewirkt werden. Bei Reizung hinter der Spitze des Calamus scriptorius wird die Zunge erhoben; bei solcher vor der Spitze tritt die emporgehobene Zunge nach rückwärts, Reizung des 4. Hirnventrikels brachte bei Balogh's Versuchen Retraction und Unterstellung der Zunge, dann aber Erhebung der Zungenspitze hervor. Wurden die Oliven vorne gereizt, so verschmälerte sich die Zunge, wenn hinten, erfolgte blos Erhebung derselben; Reizung des vordern Drittheiles der Corpora restiformia brachte Retraction der Zunge mit Emporheben der Zungenspitze zu Stande, während bei Reizung des hintern Drittheiles Seitenbewegung der Zunge eintrat.

Function des verlängerten Markes.

Im verlängerten Marke befinden sich Centren, welche ebenso wie im Rückenmarke einfache Reflexe (z. B. Schliessen der Augenlider) vermitteln; dann aber solche, welche die analogen Centren des Rückenmarkes beherrschen. Hieher gehören die vasomotorischen-, Schweiss-Secretions-, Pupillen-Dilatations- u. s. w. Centren. Ausserdem kommen in demselben reflectorisch oder auch automatisch wirkende Centren vor. Die Function dieser Centren scheint an den Gaswechsel der normalen Blutcirculation gebunden zu sein. So werden sie bei Alteration desselben durch Ersticken, plötzlich auftretende Anämie oder venöse Hyperämie zuerst in gesteigerte Erregbarkeit versetzt, dann durch den Ueberreiz paralytisch. Eine über-

mässige Wärmeentwickelung des Blutes wirkt auf dieselben gleichfalls als Erreger.

Manches Centrum ist stetig oder abwechselnd, manches nur unter gewissen Umständen und Einwirkungen in Function. So befindet sich das Respirationscentrum und das vasomotorische Centrum in rhythmischer Wechselfunction. Das Hemmungscentrum des Herzens ist bei einigen Thieren nicht in constanter Erregung, bei anderen wird es bei jeder Respiration (mit dem Athmungscentrum zusammen) — wenn auch schwach — gereizt. Das Krampfcentrum ist normaler Weise nie im Stadium der Erregung.

Ausser diesen birgt das verlängerte Mark noch viele, zum Leben unbedingt nöthige Centren und dient verschiedenen zahlreichen Nervenbahnen als Leiter, woher dessen grosse Wichtigkeit als Centralorgan klar wird.

Reflex-Centren des verlängerten Markes.

Die Reflexcentren des verlängerten Markes für geordnete Bewegungen sind:

1. Das Augenlidschliessungscentrum. Die Hornhaut- und Bindehautäste des N. trigeminus, ebenso wie diejenigen, der um die Augen belegenen Haut leiten den Reiz centripetal zum Gehirne, wo derselbe auf die motorische Bahn des N. facialis übertragen wird, welcher bekanntlich den Musculus orbicularis palpebrarum (Augenlidschliessmuskel) innervirt. Nach Exner liegt das angeführte Centrum in der Nähe des Calamus scriptorius.

Der reflectorische Augenlidschluss ist gewöhnlich beiderseitig, doch kann — wie bekannt — willkürlich auch blos ein Auge geschlossen werden. Gleiches erfolgt bei Einwirkung grellen Lichtes.

2. Das Niescentrum. Als centripetale Leiter fungiren hier die Nasenäste des N. trigeminus und des N. olfactorius (bei intensiven Gerüchen); die motorische Bahn zieht zu den Respirationsmuskeln.

3. Das Hustencentrum liegt nach Koths über dem Inspirationscentrum und wird centripetal durch die sensiblen Fasern des N. vagus gereizt. Die centrifugalen Fasern werden durch die Exspirationsnerven und die Constrictores laryngis dargestellt.

4. Das Sauge- und Kaucentrum. Als centripetale Fasern fungiren die sensiblen Aeste der Mundhöhle, ferner diejenigen der Lippen (2. und 3. Art des N. trigeminus und der N. glossopharyngeus). Die motorischen Nerven der Saugbewegung sind: der N. facialis (für die Lippen), der N. hypo-

glossus (für die Zunge), der dritte Ast des N. trigeminus (für den Unterkiefer) und die Nerven der, den Unterkiefer herabziehenden Muskeln.

Für die Kaubewegungen wirken dieselben Muskelnerven, doch beeinflusst der N. hypoglossus die Zungenbewegung rücksichtlich des Hineinschiebens von Bissen zwischen die Zähne; der N. facialis hingegen die Bewegungen des M. buccinator.

5. Zu den reflectorischen Centren gehört ferner das — nach Eckhard — am Boden des 4. Hirnventrikels gelegene Speichelsecretionscentrum. Bei Reizung der Medulla oblongata und Intactheit der Chorda tympani und des N. glossopharyngeus tritt reichliche Speichelabsonderung ein; geringer wird dieselbe bei Durchschneidung der Nerven und hört nach Grützner bei gleichzeitiger Exstirpation des Halssympathicus ganz auf.

6. Das Schlingcentrum liegt am Boden des 4. Hirnventrikels und wird durch die Mund-, Rachen-, Gaumen- und Kehlkopfnerven (2. und 3. Ast des N. trigeminus und die Nn. glossopharyngeus und vagus) gereizt. Die centrifugale Bahn verläuft in den motorischen Aesten des Rachenplexus.

7. Das Centrum für das Erbrechen (siehe Physiologie des Erbrechens, S. 119).

8. Das obere Centrum für den Dilatationsmuskel der Pupille und die Augenlidmuskeln befindet sich ebenfalls im verlängerten Marke. Die Fasern desselben verlaufen theils im N. trigeminus, theils durch die Seitenstränge zur Regio ciliospinalis und von da in den Halssympathicus. Verdunkelung des Auges wirkt gewöhnlich auf dieses Centrum auf reflectorischem Wege, welches bei Dyspnoë gleichfalls erregt wird.

9. Im verlängerten Marke befindet sich ausserdem das Verbindungs-Centrum für die verschiedenen Reflexcentren des Rückenmarkes. Owsjannikow fand bei Durchschneidung der Medulla oblongata von Kaninchen 6 Mm. über dem Calamus scriptorius: Fortbestehen der allgemeinen Körperreflexe, an denen sich die Vorder- und Hinterextremitäten betheiligten; bei um 1 Mm. tieferer Durchtrennung kamen blos partielle, örtliche Reflexe zu Stande.

Respirationscentrum.

Die Wahrnehmung, dass das Centrum für die Athmung sich in der Medulla oblongata befinde, stammt bereits von Le-Gallois her, nach welchem Flourens die Grenzen genauer bestimmte und diese hinter die Austrittsstelle des N. vagus, zu beiden Seiten der hintern untern Spitze der Rautengrube, zwischen die Kerne des N. vagus und N. accessorius verlegend, als

Lebensknoten (noeud vital) oder Lebenspunkt (point vital) bezeichnete.

Wenn es auch wahrscheinlich ist, dass das, die Athmung beherrschende Centrum (Regulationscentrum für die Athmung) sich im verlängerten Marke befindet, so kommen jedoch auch im Rückenmarke untergeordnete, vom Centrum der Medulla beeinflusste Centren vor.

Ausser diesen fand Christiani in den Sehhügeln ein specielles Inspirationscentrum, durch dessen Reizung auf dem Wege des N. opticus und des N. acusticus (nach Exstirpation des Grosshirns und des Streifenhügels), und auch durch directe Reizung: tiefere und beschleunigtere Inspirationen, endlich Stillstand der Respiration im Inspirationsstadium hervorgerufen werden kann. Dieses Inspirationscentrum kann exstirpirt werden. Daneben wurde ferner im Vierhügel ein in der Nähe des Aquaeductus Sylvii belegenes Exspirationscentrum constatirt. Schliesslich fanden Martin und Booker in den hinteren Corpor. quadrigeminis ebenfalls ein Inspirationscentrum. Es kann angenommen werden, dass diese drei Centren mit demjenigen der Medulla oblongata zusammenhängen.

Das Athmungscentrum gehört zu den automatischen, da es nach Durchschneidung der auf dasselbe reflectorisch wirkenden Nerven in Thätigkeit verbleibt. Die Reizung dieses Centrums ist von dem Oxygen- und Kohlensäuregehalte des Blutes abhängig (vergl. Innervation der Athmung, S. 401—405).

Die Innervation des Herzens (s. S. 317—334) und diejenige der Blutgefässe (s. S. 334—343) wurde bereits abgehandelt.

Krampf- und Schweisssecretions-Centrum des verlängerten Markes.

In der Medulla oblongata befindet sich ein Centrum, dessen Reizung allgemeine Convulsionen hervorruft, ferner eines, welches die Schweisssecretion beeinflusst.

Das Krampfcentrum kann gereizt werden durch rasch und intensiv entstandenes venöses Blut (Erstickungskrampf); durch rapid auftretende Anämie der Medulla oblongata [entweder bei rascher Verblutung oder durch Ligatur beider Carotiden oder der Arteria subclavia, Krampf durch Anämie (Kussmaul und Tenner)]; schliesslich bei venöser Hyperämie durch Contraction der vom Kopfe stammenden Venen (Landois, Herrmann und Escher). In sämmtlich diesen Fällen ist der rasch veränderte Gasumsatz in der Medulla oblongata Ursache der eintretenden Erscheinungen. Eine altbekannte Thatsache ist es, dass bei directer und intensiver Reizung der Medulla oblongata (bei rapider Zerstörung derselben) allgemeine Convulsionen einzutreten pflegen.

Diabetes-Centrum.

Ein kleiner Abschnitt des verlängerten Markes, am Boden des 4. Hirnventrikels, birgt das von Cl. Bernard constatirte sogen. Diabetes-(Harnruhr-)Centrum. Cl. Bernard beobachtete zuerst, nach Einstechen in diese Stelle Auftreten vorübergehenden Diabetes bei Thieren, zumeist solchen mit Zucker (Diabetes mellitus, Zuckerharnruhr). Diese Erkrankung scheint beim Menschen ohne derartige Verletzung aufzutreten, die Ausscheidung von Zucker kann sich hiebei ausserordentlich hoch steigern. Ausser den Alterationen des Nervensystems bringen Respirations- und Blutcirculationsstörungen gleichfalls das Erscheinen von Zucker im Harne zu Wege. Ob nun der, durch den sogen. Diabetesstich von Cl. Bernard (mittelst eigens construirter Nadel) hervorgebrachte Diabetes durch Reizung des diesem Zwecke vorstehenden Centrums oder umgekehrt durch Ausschaltung seiner Function zu Stande kommt, oder ob es sich hiebei lediglich um eine vasomotorische Wirkung handelt, durch welche die gemeldete Erscheinung bedingt wird, ist bisher nicht mit Sicherheit ermittelt.

Function des Gehirns.

Geistige Thätigkeit, Instinkt, Wachen, Schlaf, Hypnotismus.

Zahlreiche Experimente an Thieren und klinische Beobachtungen am Menschen haben klargestellt, dass die Centren für die geistigen Functionen in den Hemisphären des Gehirnes belegen sind, wie auch erwiesen wurde, dass der Sitz der geistigen Thätigkeit in beiden Hemisphären des Gehirnes localisirt ist.

Je höher die geistigen Fähigkeiten eines Thieres entwickelt sind, um so schwerer ist verhältnissmässig sein Gehirn, und zwar kommt das grössere Gewicht stets auf Rechnung der Hemisphären. Wir ersehen aus nachstehender Tabelle das Gewichtsverhältniss des Gehirns zum Körper, sowohl bei Thieren als auch bei dem Menschen:

Hecht	1 : 1300	Hund	1 : 110
Pferd	1 : 540	Taube	1 : 104
Elephant	1 : 500	Affe	1 : 40
Schaf	1 : 350	Mensch	1 : 30—35

Flourens vertrat die Ansicht, dass bei geistiger Thätigkeit sämmtliche Theile der Hemisphäre in Anspruch genommen sind, da nach Versuchen an Tauben auch der kleinste Rest der Hirnhemisphären die Functionen aufrecht erhielt.

Werden die Hirnhemisphären eines Thieres entfernt, so hören sämmtliche willkürliche und bewusste Bewegungen des-

selben auf, ebenso jede bewusste Empfindung; hingegen bleiben die auf die Bewegungen bezüglichen Functionen, als auch das Gleichgewicht der Bewegungen intact. Letzteres ist im Mittelhirn localisirt und wird auf Reflexbahnen zum verlängerten und Rückenmarke geleitet; erhält zudem noch Fasern, welche mit den Sinnesorganen im Zusammenhange stehen, die gleichfalls auf die Bewegungen einen Reflexreiz ausüben. Zudem befinden sich im Mittelhirn auch die Reflexhemmungscentren. Durch diese Anordnung wird das Mittelhirn zu einem die Fähigkeit zur Ausführung coordinirter Bewegungen besitzenden Leitungsorgane, und zwar in höherem Maasse, als die Medulla oblongata. Dies wird aus dem Versuche von Goltz klar, wonach Thiere mit intactem Mittelhirn unter mannigfachsten Umständen den Gleichgewichtszustand des Körpers zu erhalten vermögen, während diese Fähigkeit bei Zerstörung des Mittelhirns vollkommen verloren geht.

Den Einfluss der Hautempfindung und der übrigen Sinnesreize auf den Gleichgewichtszustand des Körpers ersieht man leicht durch das einfache Experiment, wonach ein seines Hirns beraubter Frosch plötzlich das Bewegungsgleichgewicht verliert, sobald die Haut seiner hinteren Extremitäten abgelöst wird. Der Einfluss des Sehens erhellt ferner aus dem Umstande, dass der Mensch bei Nystagmus seine Gleichgewichtsstellung verliert oder bei Paralyse der äusseren Augenmuskeln von Schwindel erfasst wird.

Entfernt man Vögeln die Hirnhemisphären (nach Flourens machten Longet, Goltz, Vulpian, Lussana u. A. weitere Versuche an Tauben), so verlieren die Thiere ihr Bewusstsein, bleiben an einer Stelle hocken, und schreiten — wenn man sie stösst — so lange weiter, bis sie an ein Hinderniss anrennen, an das Fenster oder eine Wand anfliegen. Dieselben fressen auch nicht, doch schlucken sie die in den Rachen geschobene Nahrung oder Wasser herab; werden glühende Gegenstände ihren Augen genähert, so bleiben sie trotz Verengerung der Pupille unbeweglich; alles dies aus dem Grunde, weil bei denselben das Selbstbewusstsein, Erinnerung, Willen, Vorstellung und Einbildung verloren ging.*)

---

*) Prof. A. v. Török exstirpirte vor längerer Zeit unter Mithilfe des Verfassers die Hirnhemisphären bei einem Hahne; das gleiche Experiment gelang seitdem auch dem Verfasser selbst, der das Thier durch länger als 3 Wochen beobachten konnte, und es dann abschlachten liess, weil das Thier den Kopf zur Seite gedreht, mehrfach an Convulsionen litt. Man konnte an diesen Thieren folgendes beobachten: Auf eine Stuhllehne gesetzt, wagte das Thier stunden- selbst tagelang nicht seinen Platz zu verlassen, mit der Hand leicht gestossen trippelte es furchtsam nach den Seiten und flog erst weg oder stürzte zu Boden, wenn man es kräftig abstiess. Es lässt sich dies auf die Weise erklären, dass das Thier durch den Verlust des

Unter den Säugethieren eignen sich Kaninchen, wegen der grossen Blutung sehr schlecht zu diesem Experimente; die wenigen zu Ende geführten Versuche ergaben ähnliche Resultate wie bei Vögeln. Vulpian erwähnt bei an Kaninchen angestellten Versuchen ein gewisses Aufschreien, welches Landois ebenfalls bei an Hirnentzündung und Drucksymptonen erkrankten Menschen beobachtet zu haben angibt, und was von Leyden, Schreiber, Naunyn und nach zahlreichen Hirndruckexperimenten auch vom Verfasser bestätigt werden kann.

Die Harmonie der Bewegungen von Somnambulen beweist ferner, dass zweckmässige, geordnete Bewegungen ohne selbstbewussten Willen, selbstbewusste Empfindung und ohne Einfluss der Wahrnehmung ausgelöst werden können. Es lehrt auch die eigene Erfahrung, dass zahlreiche gewöhnliche Bewegungen ohne Einwirkung unseres Bewusstseins maschinenmässig vollbracht werden; diese werden dann durch das Mittelhirn arrangirt.

Die geistigen Functionen gehen in einem gewissen Zeitraum vor sich, doch ist dieser so gering, dass er in demselben Momente beendigt gedacht wird, als wir den ihn hervorrufenden Impuls der Aussenwelt empfinden. Den Zeitraum einer Sinneseinwirkung bis zu deren Perception oder Erreichen des Bewusstseins nennt man physiologische oder Reactionszeit. Man kann diesen Zeitraum messen, wie dies für die Reactionszeit gewisser Sinneseindrücke von mehreren Forschern thatsächlich ausgeführt wurde. Diese Messung wird vollführt, indem der Moment der Sinnesreizung durch einen Apparat angegeben wird, das Versuchsindividuum bei Percipirung des Eindruckes aber ein Zeichen abgibt. Die Differenz zwischen beiden ergibt den Zeitraum der physiologischen Zeit (s. Aufzeichnung des Reflexes, S. 652). Auf diese Art wurde die Reactionszeit für die Gehörempfindung = 0·136—0·167 Secunde, für Lichteindrücke = 0·15—0·224 Secunde, für den Geschmack = 0·15—0·23 Secunde, für die Tastempfindung = 0·133—0·201 Secunde gefunden. Grosse Uebung, Aufmerksamkeit, Angewöhnung u. s. w. wird diesen Zeitraum bei einzelnen Individuen abzukürzen im Stande sein. Zu der genauen Differenzirung zweier hintereinanderfolgender Empfindungen, damit dieselben als eine einzige er-

Selbstbewusstseins, die Entfernung bis zum Erdboden nicht mehr abschätzen, auch die hiezu nöthige Muskelkraft nicht ermessen konnte, schliesslich auch keine Erregung für willkürliche Bewegungen besass. Dabei frass und trank das Thier nur, wenn ihm die Maiskörner in den Schlund gesteckt, oder Wasser eingegossen wurde, sonst hungerte es. Stellte man das Thier auf den Boden und zwang es zum Gehen, so machte es solange Schritte nach vorwärts, bis es an einem Gegenstande anprallte, blieb hier hocken, bis man es nicht aus dieser Stellung neuerdings aufstörte. Auffällig war sowohl in diesem, als in dem Falle von Török, dass das Thier die charakteristische Eigenschaft des Krähens eingebüsst hatte.

scheinen, ist ein bestimmter Zeitraum nothwendig. Ein solcher konnte aus vielen Versuchen für das Ohr mit 0·002—0·0075 Secunde, für das Auge mit 0·044—0·047 Secunde, für die Finger mit 0·0277 Secunde festgestellt werden.

Instinkt. Unter Instinkt verstehen Diejenigen, welche dem Thiere allen Verstand, jedes edlere Fühlen absprechen und einzig den Menschen als mit Vernunft begabtes, über die gesammte Thierwelt zu herrschen berufenes, auserlesenes Wesen betrachten, — eine dem Thiere angeborene und vererbte innere Triebkraft, durch welche dieses zur Thätigkeit angespornt wird. Nach dieser Anschauung hätte die Natur das Thier damit aus dem Grunde ausgestattet, damit es seinen und den Zwecken der Natur gemäss richtig verfahre, indem demselben die Vernunft mangelt.

Es dürfte sich (unserer Anschauung nach) heute kaum ein Naturforscher oder ein denkend beobachtender Mensch finden, der das Vorhandensein von Verstand bei Thieren in Abrede stellt. Die Thiere besitzen im Gegentheil oft sehr bedeutenden, für sie vollkommen ausreichenden, in vielen Fällen bewunderungswürdigen und erfindungsreichen Verstand, der lehr-, und bis zu gewissen Graden und Grenzen vervollkommnungsfähig ist und sich von demjenigen des Menschen nur bezüglich der Quantität, nicht aber der Qualität unterscheidet.

Einige Thiere, das Pferd, Esel, Hund, besonders der Elephant, Vögel (Schwalben), doch auch kleinere Geschöpfe, wie die Bienen und am meisten die Ameisen legen während ihrer Leistungen Zeugniss für einen hohen Grad von Vernunft ab, wie man sich durch die eigene Erfahrung oder aus Notirungen glaubwürdiger Beobachter überzeugen kann; oft sogar in dem Maasse, dass die Vernunftkundgebungen der Thiere den denkenden Geist des Menschen zu gerechter Bewunderung hinreissen.

Wachen und Schlaf. Die Abwechslung der Functionen der geistigen Organe und des Körpers mit derjenigen des Ruhezustandes äussert sich im Wachen und im Schlafe. Die Ursache des Schlafes mit Rücksicht auf das Wesen desselben ist bisher unbekannt; man kann dieselbe jedoch in dem, durch den Verbrauch der vom Körper und den Centralorganen enthaltenen Spannkräften bedingten Ersatzprocess — als entfernterer Ursache — suchen. Nach Preyer sollen die angehäuften Zersetzungsprodukte (milchsaure Salze) schlafbringend auf die Centralorgane wirken.

Während des Schlafes unterliegt das gesammte Nervensystem einer verminderten Erregbarkeit, welche sich aus der Ermüdung der centripetal leitenden Nerven erklären lässt; es werden während derselben zum Hervorrufen des Reflexes stärkere Reize benöthigt; die geistige Thätigkeit scheint zu schlummern und beginnt mit dem Erwachen in Gestalt von Träumen wieder aufzuleben, wenn auch nicht in den normalen Verhältnissen entsprechender Weise. Die Träume entbehren oft der objectiven Grundlage und enthalten Empfindungen, — sind demnach Hallucinationen, — oder solche, bei denen der Wille nicht als That zur Geltung gelangt, endlich aneinander gereihte Gedanken, ohne den im wachen Zustande gewohnten logischen Zusammenhang.

Die Function des Herzens, der Respirationsorgane, des Magens und der Därme, der Secretionsorgane, die Verminderung oder der Ausfall der Wärmeproduction u. s. w. setzen die Thätigkeit der ihnen entsprechenden Reflexcentren sowohl als diejenige des Rückenmarkes herab. Die Pupille ist um so enger, je tiefer der Schlaf. Bei Sensibilitäts- und Gehörempfindungen wird die Pupille ausgedehnt und zwar um so bedeutender, je leiser der Schlaf; im Momente des Erwachens ist sie am stärksten dilatirt (Plotke).

Nach Rosenbach sollen sich während des Schlafes die Centren in einem derartigen Reizzustande befinden, welcher die Iris und die Augenlidschliessmuskeln in gesteigerter Thätigkeit erhält.

Kohlschütter hat durch Bestimmung von Klangstärken, welche den Schlafenden eben zu erwecken vermochten, die Tiefe (Stärke) des Schlafes gemessen und constatirt, dass der Schlaf anfänglich rasch ein tiefer wird. am Ende der ersten Stunde das Maximum erreicht, dann anfänglich rascher, später wieder langsamer schwächer wird und einige Stunden vor dem Erwachen in einem gleichmässig oberflächlichen Zustande verharrt.

Hypnotismus. Das „Experimentum mirabile Kirchner's", wonach ein auf den Rücken gelegter Vogel, — dessen Schnabel vorgezogen, fest auf den Tisch gedrückt wurde, auf welchen man dem Schnabel entlang einen weissen Strich zog — ruhig, lange unbeweglich, gleichsam todt liegen bleibt, auch wenn er losgelassen wird, ist seit lange bekannt. Czermak, der leider früh verstorbene Forscher und einstige Zierde der budapester Universität, producirte diese und zahlreiche modificirte Experimente in seinen populären Vorlesungen dem Leipziger Publikum, indem er dies weder als Hexerei, noch als thierischen Magnetismus, sondern als Einwirkung der Eindrücke auf sensible Nerven erklärte. Diesbezügliche Nachexperimente des Verfassers ergaben sämmtlich die gleichen Erfolge als die Untersuchungen von Czermak. Erwähnung mögen an dieser Stelle auch die bei uns, ebenso wie in den grösseren Städten des Continents gezeigten, und angeblich auf thierischem Magnetismus beruhenden Productionen von Hansen finden, der einzelne Individuen in die verschiedensten Zustände versetzend, bald Katalepsie, bald Schlaf hervorbrachte, in welchem er die bewusstlosen Betreffenden durch Zeichen und Andeutungen dirigirte oder Antworten auf verschiedenartige Fragen herausholte.

Die Productionen von Hansen sind mit denjenigen älterer Charlatane und Schwindler nicht zusammenzuwerfen, da durch genau wissenschaftliche Forschungen und Experimente erwiesen ist, dass am Menschen ebensogut wie an Thieren die früher gemeldeten Erscheinungen hervorgebracht werden können, welche jedoch mit dem hypothetischen thierischen Magnetismus in keinem Zusammenhange stehen, sondern als verschiedene Formen des Hypnotismus aufzufassen sind.

Um die Klarlegung dieser Fragen durch Experimente erwarben sich Breed, später Weinhold, Heidenhain, Grützner, Berger, neuestens Högyes und Laufenauer grosse Verdienste. Heidenhain ist der Ansicht, dass der Grund dieser Erscheinungen auf einer Functionshemmung der Hirnganglienzellen beruhe. Solche wird durch sanftes Streichen des Gesichtes (schwache elektrische Ströme), durch langes starres Hinblicken auf einen glänzenden Gegenstand oder durch Einwirkung auf das Gehörorgan (gleichmässige Geräusche) u. s. f. hervorgerufen. Intensive und rasche Erregung dieser Nerven ruft das Erwachen hervor; dasselbe bewirkt auch rasches Anblasen des Gesichtes.

Högyes und Laufenauer beobachteten, ebenso wie Charcot, drei Abschnitte des Hypnotismus, und zwar das lethargische, kataleptische und somnambulistische Stadium; die Aufmerksamkeit auf die neueren Erscheinungen hinlenkend, welche sie bei ihren, an hystero-epileptischen Frauen ausgeführten hypnotischen Experimenten beobachteten.

Bemerkenswerth sind die wichtigen Untersuchungsergebnisse ihrer auf die Sinnesendapparate bezüglichen Experimente, welche nicht nur während des Hypnotismus, sondern auch in wachem Zustande hervorgerufen werden können. Besonders geben die Reflexe des Opticus und des Acusticus eine Erklärung für einzelne, bisher nicht geklärte Erscheinungen des Hypnotismus, nämlich des Somnambulismus (Schlafwandeln) und des Taran-

tismus (Schlaftanzen) — (abgesehen von der allgemeinen nervenphysiologischen Wichtigkeit) — ab. Solche sind:

1. Hautreflexe. Wurde die Kopfhaut, die Ohren oder der Nasenrücken der aufrechtstehenden Kranken berührt, so traten Streckungs-Contracturen beider oberen Extremitäten ein, bei Berührung des Gesichtes oder des Halses kamen hingegen Beugungs-Contracturen an beiden oberen Extremitäten zu Stande. Schwaches Anblasen der Haut machte dieselben aufhören, die Kranke konnte dieselben jedoch nicht willkürlich sistiren. Auf Reibung der Schultern kam Supination, auf solche der Schlüsselbeingegend Pronation zu Stande. Aehnliche Reflexcontracturen wurden durch thermische, elektrische oder chemische Reize ausgelöst.

2. Sehnenreflexe. Die Streckung eines oder des andern Fussrückens der am Rücken liegenden Kranken ergab nach kurzer Zeit Streckung des Handrückens der obern Extremität derselben Seite. Beugung des Schenkels im Knie ergab solche im Ellbogengelenke der oberen Extremitäten. Auswärtsdrehung des ganzen Fusses wurde von Supination der ganzen Hand, Einwärtsdrehung des Fusses hingegen von Pronation der gesammten obern Extremität begleitet. Die Beugung oder Streckung einer Zehe ergab Beugung oder Streckung des betreffenden Fingers (mutuelle Contracturen, Högyes).

3. Geschmacks- und Geruchsreflex. Wurde auf die Hälfte der ausgestreckten Zunge der Kranken etwas Salz gebracht, oder bei Verschluss des einen Nasenloches durch das andere Cölnerwasser zu riechen verabreicht, so gerieth die obere und untere Extremität der Versuchseite in Reflexflexionscontractur, oder anders: es entstehen bei unilateralen Geruchs- oder Geschmackseinwirkungen unilaterale Reflexcontracturen.

4. Opticusreflexe. Bei Verschluss des einen Auges und Vorhalten eines Kerzenlichtes vor das andere geräth die obere Extremität derselben und die untere der entgegengesetzten Seite in Reflexcontractur; es entstehen demnach: bei unilateraler Retinareizung in den oberen und unteren Extremitäten gekreuzte Reflexcontracturen. Nach Augenspiegeluntersuchungen konnten sich die angeführten Experimentatoren davon überzeugen, dass die Reizung einzelner Retinastellen an den gekreuzten Extremitäten jedesmal wechselnde reflectorische Muskelzusammenziehungen hervorruft, woraus sich ergibt, dass einzelne Retinabezirke mit einzelnen Körpermuskeln in Reflexverbindung stehen. So ruft auf die untere Hälfte der Retina geworfenes Licht: Streckung, auf die obere Hälfte projicirtes Kerzenlicht hingegen: Flexionen in beiden oberen Extremitäten hervor. Aus den Opticusreflexen ergibt sich somit eine natürliche Erklärung für den Somnambulismus.

5. Acusticusreflexe. Bei Verstopfen des einen Gehörganges des aufrechtstehenden Kranken und Vorhalten einer (kaum höhrbar klingenden) Stimmgabel vor das andere Ohr, kommt die obere Extremität der entgegengesetzten und die untere derselben Seite in Reflexcontractur. Es entstehen somit bei unilateraler Acusticusreizung in den oberen und unteren Extremitäten ebenso gekreuzte Reflexcontracturen, wie bei unilateraler Retinareizung, nur an der entgegengesetzten Seite. Hochgestimmte Stimmgabeln bringen Contracturen rascher zu Stande als tiefgestimmte.

Wurde bei der sitzenden Kranken das eine Ohr mit Watte verlegt und vor dem anderen rhythmische Musik (Tanzmusik eines kleinen Taschenspielwerkes) erklingen lassen, so kam nach obiger Weise die entgegengesetzte obere und die derselben Seite entsprechende untere Extremität in — dem Rhythmus der Tanzmusik entsprechende — unwillkürliche Zuckungen (Hemisaltatio). Aus diesen Versuchen ergibt sich die natürliche Erklärung der Tanzepidemieen (sogen. Tarantismus), des Mittelalters und des künstlichen Schlaftanzens.

Högyes leitet aus diesen Experimenten ein universelles nervenphysiologisches Gesetz ab, welches er als „Einheit der Empfindungen bei der Bewegung" bezeichnet. Nach den auf Tanzmusik (des kleinen Spielwerkes) hervorgebrachten tanzenden Bewegungen der sitzenden, schlafenden Kranken, kam beim Aufstehen derselben langsam der ganze Stamm in Bewegung, die Kranke legt hierauf beide Hände an die Hüften und vollführt taktmässig, correcte Tanzbewegungen. Wird die Musik plötzlich unterbrochen, so verharrt die Kranke im Augenblicke des Aufhörens der Musik starr in der eingenommenen Stellung, wobei die Gesammtmuskulatur des Körpers in Reflexcontractur verbleibt, die einzelnen Muskeln steinhart werden, der ganze Körper einer Säule gleich erscheint. Nach neuem Ertönen der Musik hingegen setzen die Kranken die eigenthümlichen, automatischen Bewegungen fort. Damit ist nun erwiesen, dass in den Enden des Acusticus nicht allein für das Auge. sondern auch für den Nervenmechanismus der associirten Körperbewegungen ein centripetaler Endapparat vorhanden ist, wie dies Högyes durch an Thieren ausgeführte Versuche schon früher constatirte (s. den Abschnitt über den Nervenmechanismus der associirten Augenbewegungen).

Die motorischen und sensiblen Centren der Hirnrinde.

Trotz der gegentheiligen Ansicht namhafter Forscher ist auf Grund gewissenhafter Untersuchungen nunmehr festgestellt, dass sowohl beim Menschen als auch bei Thieren einzelne Punkte der

Hirnrinde als Centren für die Auslösung bestimmter Bewegungen und Empfindungen fungiren. In dieser Hinsicht haben sich Hitzig, Fritsch, Ferrier, Goltz, C. Balogh, Munk und neuester Zeit Exner durch ihre Untersuchungen grosse Verdienste erworben.

Die motorischen Hirnrindencentren wurden in der Weise constatirt, dass nach Trepanation des Schädels und Eröffnung der harten Hirnhaut mittelst nadelförmiger Electroden, an die Hirnwindungen nahe zu einander, entweder constante oder inducirte Ströme (von der Stärke, um an der Zungenspitze noch eben fühlbar zu sein) geleitet wurden, und dann untersucht wurde, ob Bewegungen und an welchen Körperstellen nach Berührung verschiedener Punkte eintreten oder aber Schmerzenskundgebungen erfolgen.

Die diesbezüglichen Resultate theilen wir nach der, in den Publicationen der ungarischen Akademie der Wissenschaften erschienen Abhandlung C. Balogh's in Kürze mit.

Einwirkungen bei elektrischer Reizung des Gehirns*).

Bevor wir jedoch auf die infolge elektrischer Reizung des Gehirnes eintretenden Erscheinungen und auf die von Fritsch, Hitzig, Ferrier, Balogh u. A. niedergelegten Angaben übergehen, erscheint es zweckdienlich, die Beschreibung des Hundehirns, wie solche am correctesten von Owen und mit Zeichnungen von C. Balogh geliefert wurde, vorauszuschicken.

Die kleineren Windungen des Hundehirns erscheinen häufig sehr veränderlich, hingegen die Hauptfurchen und die diesen entsprechenden Windungen stets constant, worauf denn auch bei den Figuren ein Hauptgewicht gelegt wurde.

Die wichtigsten — für die Experimente von besonderer Bedeutung — Furchen (Fig. 180 I) sind: vorne und oben der Sulcus frontalis (*hb*), in der Mitte und unten der Sulcus Sylvii (*bs*), ganz nach vorne der Sulcus nasalis externus (*ko*), der Sulcus parietalis (*ob*), welcher mit dem obern Rande der Hemisphäre parallel verläuft und vorne und abwärts in den Sulcus coronarius (*kb*) übergeht; unter beiden diesen Furchen erscheint einen nach oben convexen Bogen bildend, der S. superior supra fossam Sylvii (*fsf*), unter welchem dann parallel der Sulcus inferior supra fossam Sylvii verläuft. Nach vorne liegen zwischen den eben beschriebenen Furchen folgende Windungen: vor der äussern Nasenfurche die äussere Riechwindung (*Sz*), zwischen dieser und dem Sulcus frontalis: die Präfrontal- (*He*), von dieser nach rückwärts: die Postfrontalwindung (*Hm*); über dem Sulcus parietalis liegt die obere

*) F. Simbriger führte 1869 mit Balogh (im Laboratorium des letzteren) an Kaninchen, deren äussere Oberfläche der Hirnhemisphären an verschiedenen Stellen mittelst Elektricität gereizt wurde, zahlreiche Versuche aus. Bei Reizung der vorderen Parthieen trat Contraction der Nasen- und Mundmuskulatur, bei derjenigen der hinteren Parthieen (und tieferem Einführen der Electroden) Auf- und Abwärtsbewegung des Kopfes ein. Leider erschienen die Angaben Simbriger's blos in ungarischer Sprache veröffentlicht.

Windung (*F*) (an dem unstraffirten Theile), darunter und hinter dem Sulcus coronarius die mittlere (Central) Windung (*Kö*), sich nach rückwärts in einen obern (*Kf*) und untern (*Ka*) Ast verzweigend; weiter

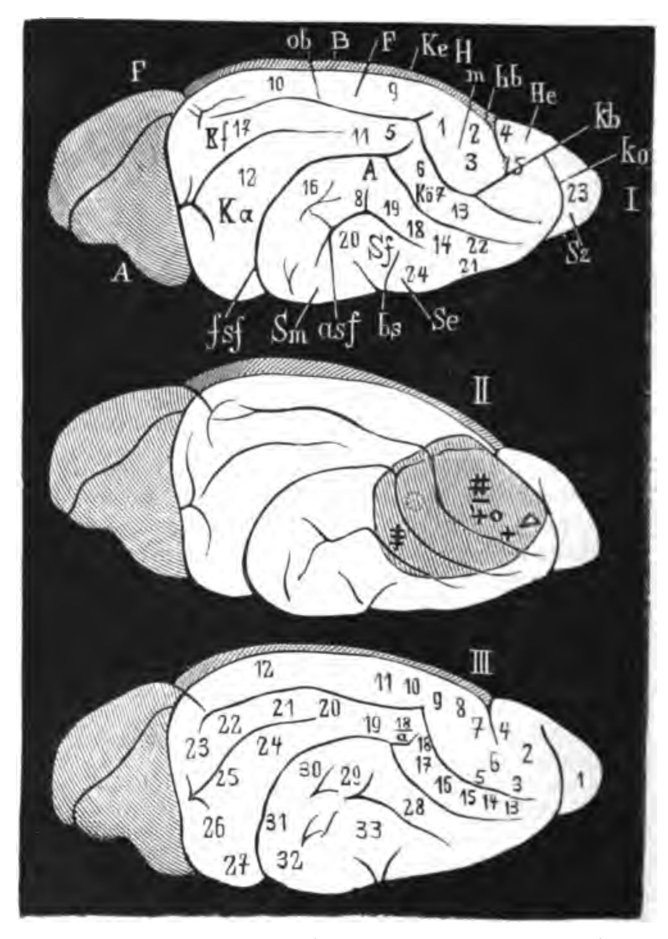


Fig. 180. I = Hundehirn, Seitenansicht nach Balogh. *F* = Wurm; *A* = rechtseitige Kleinhirnlappen; *B* = die Hemisphäre der andern Seite (im straffirten Theile der Figur). *F* = obere Windung; *Ke* = Kreuzvene; *Hm* = Postfrontalwindung; *He* = Präfrontalwindung; *Kö* = Centralwindung, rückwärts in einen obern (*Kf*) und untern (*Ka*) Ast getheilt; *Sm* = Nach-Sylvius'sche Windung; *Se* = Vor-Sylvius'sche Windung; *fsf* = Sulcus supra f. Sylvii; *asf* = Sulcus infra f. Sylvii; *Sz* = Riechwindung; *bs* = Fossa Sylvii; *ob* = Sulcus parietalis; *hb* = Sulcus frontalis; *kb* = Sulcus coronarius; *ko* = Sulcus nasalis externus; die eingezeichneten Ziffern bedeuten die Reizungspunkte nach Ferrier. II = die Reizungspunkte nach Fritsch-Hitzig. III = die mit Erfolg reizbaren Centren des Hirns nach C. Balogh.

nach unten findet sich die untere (*A*), um die Fossa Sylvii herum hingegen die über derselben gelegene Windung (*Sf*), beide zusammen als Owen-Sylvius'sche Windung bekannt; Balogh nennt den vor der Fossa Sylvii gelegenen Theil derselben Vor-Sylvius- (*Se*), den dahinter

gelegenen aber Nach-Sylvius'sche Windung (*Sm*). Die straffirten Theile an der Figur bezeichnen: *B* = die sichtbare Oberfläche der andern Hemisphäre, *A* = die rechtseitigen Lappen des Kleinhirns, *F* = den Wurm; an der mit *Ke* bezeichneten Stelle verläuft eine Vene, von Balogh als Kreuzvene bezeichnet. (Bei der Bezeichnung wurde die von Balogh acceptirte Nomenclatur Owen's in Betracht gezogen).

Die Versuche von Hitzig und Fritsch sind folgende: Durch Reizung des Gehirns (an Hunden) mittelst schwachen constanten Stromes fand man 5 Punkte, deren Reizung combinirte Muskelcontractionen ergab. Diese Punkte sind auf Fig. 180 II verzeichnet. Es entstand bei Reizung unter der Stirnwindung und hinter der äussern Nasenfurche (△) Contractionen der Nackenmuskulatur, während bei einer solchen des untern Endes vom Sulcus frontalis, von dieser etwas nach vorne (+) die Tensoren und Adductoren sich zusammenzogen; Reizung hinter dem untern Ende des Sulcus frontalis ('+) ergab Bewegung der vordern Extremität und zwar Flexion und Rotation.

Die an der Mitte der postfrontalen Windung, etwas hinter dem Sulcus frontalis (#) angebrachte Reizung war auf die Contractionen der Muskeln der hinteren Extremitäten von Einfluss. Wurde schliesslich die Centralwindung oben und hinter der Sulcus coronarius (◡) gereizt, so trat Contraction der durch den N. facialis versorgten Muskeln ein.

Ferrier entdeckte ferner folgende Centralpunkte (Fig. 165): das Centrum 1. der Nackenmuskeln, 2. der Retractoren und Extensoren der vorderen Extremitäten, 3. der Beuge- und Rollmuskeln der vorderen Extremitäten, 4. der hinteren Extremitäten, 5. des Gesichtsnerven, 6. des Schwanzwedelns, 7. der Flexoren und Retractoren der vorderen Extremitäten, 8. der Hebemuskeln für die vorderen Extremitäten und Schultern (Schrittbewegungen), 9. der Augenlidmuskeln, der Jochmuskeln (M. zygomaticus), der Aufwärtsbewegung des Augapfels und der Pupillenverengerung. Bei Reizung der Stellen *a a* (dieselbe Figur, II) trat Mundwinkelerhebung und partielles Aufsperren des Mundes, solcher bei *b* Munderöffnung und Maulaufsperren mit Retraction der Zunge ein; in einigen Fällen stiess der Hund Belllaute hervor, wesshalb dieses Centrum von Ferrier als „Mundcentrum" benannt wurde. Bei Reizung der Stellen *cc* wurde der Mundwinkel durch Action des Platysma retrahirt, bei den mit *c'* bezeichneten kam sowohl Emporziehen des Mundwinkels und der Gesichtshälfte als auch Schliessen der Augen zu Stande, bei Reizung des Punktes *d* trat Augenöffnen und Pupillenerweiterung auf, wobei sich gleichzeitig das Auge und der Kopf nach der andern Seite wendete.

Fournier injicirte concentrirte Chlorzinklösung in das Gehirn (Simbriger machte nach Angabe Balogh's Injectionen in das Gehirn bereits ein Jahr früher) und studirte die eintretenden Veränderungen, doch vertheilte

sich die Flüssigkeit dermaassen, dass aus diesen Versuchen keine Schlüsse auf die einzelnen Punkte abgeleitet werden konnten.

Nothnagel nahm zu gleichem Zwecke Chromsäure, als eine weniger zerfliessende Substanz und fand bei seinen Experimenten an Kaninchen, dass Verletzung der Rindensubstanz der Hemisphären — je nach des Grösse des Thieres — vom Anfang des Gehirns 12—16 Mm. nach hinten und 2 Mm. nach auswärts von dem Central-Sulcus Störung des Muskelgefühles nach sich zieht; ferner, dass verschiedene Punkte der Hirnhemisphären, besonders aber solche der Marksubstanz functionsunfähig wurden, wie auch Paralyse gewisser Muskeln oder richtiger Muskelgruppen eintrat; während die Verletzung der Rindensubstanz blos vorübergehende paralytische Störungen verursachte oder geradezu resultatlos verlief. Wurde die Injection direct in eine bestimmte Stelle der Cauda corporis striati gemacht, so vollführte das Thier Laufbewegungen, wesswegen Nothnagel diesen Punkt als „Nodus cursorius“ bezeichnete.

Die hauptsächlichsten Resultate der Untersuchungen von Balogh lassen sich in Folgendem zusammenfassen:

Reizung der Riechwindung (Fig. 180 I (*Sz*)) geht mit Schmerzen einher und beobachtet man Contraction der Lider und der Nasenmuskeln an der entgegengesetzten Seite. Diese Stelle Balogh's entspricht dem mit 23 bezeichneten Punkte von Ferrier.

Bei Reizung der präfontalen Windung (*He*) beugt das Thier den Kopf an die der Reizung entgegengesetzte Seite und nach vorne, bewegt hierauf die Nase, Lippen und zieht den Mundwinkel nach aussen. Bei langandauernder Reizung traten Convulsionen auf.

(Hitzig erzielte bei Reizung dieser Stelle (Fig. 180 II bei △) blos Contraction der Halsmuskeln, was nach Balogh's Beobachtungen auf kurz dauernde Reize eintritt. Ferrier's Punkt 15, auf dessen Reizung derselbe Erhebung der Augenlider beobachtete, liegt etwas oberhalb dieser Stelle. doch fand Balogh dieselbe als nicht reizbar). Das Thier flectirte und retrahirte die der Reizungsstelle entgegengesetzte vordere Extremität; bei langandauerndem Reize bog es den Kopf nach vorne und zur Seite, sperrte zeitweilig den Mund auf, dann trat tiefere und frequentere Respiration, schliesslich Zwinkern mit den Lidern, Speichelfluss und allgemeine Convulsionen ein.

Wurde das Hirn schichtenweise bis zum Streifenhügel entfernt und dann das Caput et cauda corporis striati gereizt, so beobachtete Balogh nicht allein Mundöffnungsbewegungen, sondern auch Contraction der Extremitäten und Seitenbewegungen des Kopfes; bei stetiger Reizung trat während des Versuches zuerst allgemeines Zittern am Thiere auf. Reizung der hintern Parthie vom Kopfe des Streifenhügels ist nach Balogh auch auf die Steigerung der Respiration und Speichelabsonderung von Einfluss.

Den obern Theil des Sehhügels fand Balogh nicht reizbar, hingegen nahm er bei Reizung des untern Theiles öfteres Mundöffnen wahr. Nach Anderen würden die Sehhügel keine motorischen Centren darstellen, sondern die bei Reizung derselben auftretenden etwaigen Bewegungen rühren aus dem unter dem Sehhügel, etwas nach abwärts belegenen Hirnschenkel-Fusse her; wogegen Balogh auf das Bestimmteste anführt, dass bei seinen Versuchen der Hirnschenkelfuss nicht berührt wurde. Reizte oder berührte Balogh denselben wissentlich, so entstand nie Mundaufsperren, jedoch trat Tetanus des Stammes auf der Seite, ferner Contraction der Muskeln der hinteren Extremitäten und Steigerung der Respiration ein. Wurde die Varolsbrücke gereizt, so konnte man zwischen energischen, blos zum Oeffnen des Mundes bestimmten Bewegungen Contraction der Unterkieferhebemuskel, beziehentlich deren Tetanus constatiren, was dem zwischen Brücke und N. trigeminus bestehenden Verhältnisse entspricht.

Aus dem Umstande, dass durch Reizung gewisser Punkte des Streifen-

hügels Bewegungen ausgelöst werden, welche gleichfalls bei Reizung der Hirnrindensubstanz eintreten, ist Bourdon-Sanderson zu der Annahme geneigt, dass die motorischen Centren sich eigentlich im Streifenhügel befinden und bei elektrischer Einwirkung auf die Hirnrindensubstanz, diese die Muskelcontractionen in der Weise beeinflusst, dass die Strom-Leitung bis zum Streifenhügel hinein erfolgt. Darauf bemerkte bereits Hitzig, dass das Vorhandensein von motorischen Centren im Streifenhügel das Vorkommen solcher in der Rindensubstanz nicht ausschliesse, und beide sehr wohl nebeneinander vorfindlich sein können. Zur Entscheidung dieser Frage schnitt Balogh in das Hirn ein, eröffnete den Ventrikel und applicirte durch die gesetzte Oeffnung den Nerven eines Froschschenkels an den Streifenhügel. Wurde nun der entsprechende Punkt der Hirnrindensubstanz gereizt, so traten die gewohnten Bewegungen ein und der Froschschenkel zuckte nicht, was dafür spricht, dass der elektrische Strom von der mit Erfolg irritirten Hirnrindensubstanzstelle zum Streifenhügel nicht gelangt. Es erfolgen übrigens nach Balogh, selbst nach Durchschneidung des Streifenhügels, bei Reizung der Rindensubstanz nicht immer die Mundöffnungsbewegungen, wenn die Leitung durch die Stabkranzfasern mit dem Sehhügel oder durch die innere Kapsel und den Hirnschenkel mit der Varolsbrücke und dem Cervicaltheile des Rückenmarkes aufrecht erhalten wird.

Die Erregbarkeit der weissen Marksubstanz steht nach Balogh ausser allem Zweifel, wenngleich von mancher Seite behauptet wird, dass bei Reizung der grauen Substanz der Hemisphären lediglich die bis zur Marksubstanz sich erstreckenden Stromschleifen*) als Auslöser der Muskelcontractionen wirken. Man kann daran, nach dem Experimente Balogh's, nicht weiter zweifeln, zu dessen Ausführung die Rindensubstanz blos mit einer Nadel berührt wurde, und doch Bewegungen erfolgten, während bei Entfernung der grauen Substanz auf ähnliche Reize keine Bewegungen eintraten. Nach Balogh's Annahme leitet die Marksubstanz nach Art der Nerven bei Reizung der Hemisphärenrindensubstanz die Erregung weiter. Dafür spricht auch der Versuch von Putnam, darin bestehend, dass nach Abtragung eines Hemisphärensegmentes dasselbe an Ort und Stelle liegen gelassen wurde; trotz dieser Continuitätsstörung bleibt die Reizung des abgetrennten Hirnrindenabschnittes nicht ohne Erfolg; doch gelingt dieses Experiment selten vollkommen.

Die in der Figur mit + bezeichnete Stelle ist nach Hitzig gleichfalls erregbar, wogegen Balogh gegenseitiger Meinung ist. Der Punkt 4 (I u. III) zeigt sich bei Berührung äusserst schmerzhaft; von hier aus kann Bewegung der Nase und Mundöffnen hervorgerufen werden. Ferrier bezeichnet diese Stelle (auf seiner Zeichnung) gleichfalls mit 4, doch fand er bei Reizung dieser blos Bewegung der Augenbrauen und Lider, was nach Balogh einfach auch leichte Schmerzenskundgebung bedeuten kann.

Bei Reizung der mit 3 bezeichneten Stelle (I *Hm*) der postfrontalen Windung erhob das Thier das Ohr der entgegengesetzten Seite; hierauf wurden die Augenlider geschlossen und die Nasen- und Gesichtsmuskulatur zur Contraction angeregt, ausserdem die oberen Seitenmuskeln des Halses bewegt, die vordere Extremität gehoben, endlich die Muskeln der hintern Extremität contrahirt.

Die Stelle entspricht derjenigen, bei deren Reizung Hitzig (II) die Flexion und Extension ('+), ebenso die Bewegungen beider Extremitäten (—) erfolgen sah. Ebenso fällt sie mit dem Punkte 3 von Ferrier zusammen, bei dessen Reizung letzterer eine Drehung des Kopfes gegen das Schulterblatt zu eintreten sah.

---

*) Unter Stromschleifen verstehen wir, wenn bei elektrischer Reizung einer Stelle der Strom auch auf solche Gebiete überschlägt, die nicht gereizt werden sollten.

Bei Reizung des Punktes 6 sah Balogh Nasenbewegung, Beugung des Kopfes nach vorne und raschere und intensivere Action des Diaphragma auftreten, während bei Reizung des Punktes 7 das Thier den Kopf bald nach vorne, bald nach der Seite bog, dabei die hintere Extremität bewegte und das Ohr erhob. Diese Stelle ist bei Hitzig (II *) als motori-risches Centrum der hintern Extremität gekennzeichnet, während Ferrier (I. 2) bei Reizung desselben Drehung des Kopfes nach der Schulter zu beobachtete.

Bewegung der Augenlider allein, wurde bei Punkt 8 (III) wahrgenommen; bei Reizung des Punktes 9 contrahirte sich sowohl die Nacken- als auch die Muskeln der vorderen und hinteren Extremität der entgegengesetzten Seite.

An den mit 9, 10, 11, 12 bezeichneten Stellen (III) der obern Windung (I, *F*) contrahirten sich sowohl die Extremitäts-, als auch die Nackenmuskeln, oft mit Schmerzensäusserungen (12). Bei Reizung des Punktes 13 der Central-Windung (Fig. 180 *Kö*, *Kf*, *Ka*) trat Mundöffnen und Contraction der Stammmuskeln ein, bei 14 Nasen- und Lidcontraction, bei 15 Contraction der Ohr-, Lippen- und Gesichtsmuskeln; von einer tiefer gelegenen Stelle konnte auch die Respiration sistirt werden; bei 16 traten allgemeine Convulsionen ein. Letztere kamen auch bei Reizung der Punkte 2, 3, 4, 7, 10 und 13 der Hemisphären zu Stande, während Reizung der grossen Ganglien des Gehirnes solche auszulösen nicht im Stande war. Wurde Punkt 17 und 18 gereizt, so stellten sich grosse Schmerzen ein, bei 18 ausserdem Nasenbewegungen, auf der entgegengesetzten Seite auch Lid- und Ohrenbewegung, während das Thier den Kopf nach oben und zur Seite bog. Bei 19 trat ausser Bewegung des Kopfes auch Contraction des Diaphragma auf und rief tiefere und frequente Respiration hervor, bei 20 schlossen sich die Lider der entgegengesetzten Seite, ebenso wie bei Reizung des Punktes 11, doch konnte Balogh hier nie allgemeine Convulsionen (die bei 20 eintrafen) auslösen. Bei Erregung des Punktes 22 kam Schmerz zu Stande, was der Beobachtung von Ferrier (I, 17) entspricht; bei 23 (III) war tiefe und frequente Athmung und Bewegung des Kopfes (nach oben und hinten) zu bemerken. Bei Reizung des Punktes 24 trat Schmerz auf, bei 25 Kopfbewegung nach vorne und rückwärts. Die Nackenmuskeln konnten demnach von Punkt 25 und 23 ebenfalls zur Contraction aufgeregt werden, Respirationsbewegungen jedoch nur von Punkt 23 aus. Contraction der Nackenmuskulatur wurde durch Reizung des Corpus striatum, des Ammonshornes und des Vierhügels ausgelöst. Die Respirationen wurden durch vom Punkte 26 ausgeführte Reizung jedesmal vertieft; bei gesteigerter Reizung kam Dyspnoë zu Stande und wurden bei andauernder Reizung die Punkte 32, 23 und 30 in Mitleidenschaft gezogen. Schliesslich tritt bei Reizung des Punktes 27 intensiver Schmerz auf.

Bewegung des Kopfes (nach der entgegengesetzten Seite und wieder zurück), Augen- und Ohrenbewegung kommt bei Reizung des Punktes 28 der untern Windung zu Stande, welcher dem Punkte 14 von Ferrier entspricht (I). Ferrier beobachtete bei Reizung desselben Bewegung des Mundwinkels an der entgegengesetzten Seite, dann aber Ab- und nach Vorwärtsziehen der Ohrmuschel; wie er bei Reizung des Punktes 18 Herabziehen der Gesichtshälfte an der entgegengesetzen Seite, Mund- und Halsbewegung nach unten und nach der Seite hin sah, ferner die Wirkungslosigkeit der Reizung von Punkt 21 wahrnahm, was durch Balogh gleichfalls bestätigt wird.

Bei Reizung des Punktes 29 (III) tritt Schmerz auf, bei 30 hingegen Augenbewegung, während Hitzig das Centrum der den Augapfel beeinflussenden Muskeln etwa auf die zwischen die Punkte 18 und 19 (I) von Ferrier fallende Stelle verlegt.

Der Punkt 31 (III) bringt Schmerzäusserung, Punkt 32 Rückwärtsbewegung des Kopfes und Nasenbewegung (Schnuppern) zu Stande.

Nach Balogh schliessen sich bei Reizung des mit 33 (III) bezeichneten Centrums der ober der Sylvius'schen Grube befindlichen Windung die Lider der entgegengesetzten Seite, wobei Ohrbewegung und Emporheben des Kopfes eintritt, während Ferrier diese Stelle (I, 20) ohne Erfolg reizte. Ferner fand Balogh motorische Centren an der äussern Oberfläche des Gehirnes noch an den Punkten 21, 23, 25, 26, 30 und 32 (III), hingegen an den mit 12, 17, 18, 22, 24, 27, 29 und 31 bezeichneten solche für Schmerzempfindung. In manchen Fällen waren auch die Stellen 1 und 4 schmerzhaft, doch konnten hieraus auch, mit Schmerzen nicht in Verbindung zu bringende Bewegungen ausgelöst werden.

Die innere, einander zugekehrte Fläche der Hemisphären, dann das Corpus callosum, schliesslich die Windungen an der Hirnbasis ergaben nach Balogh keine Reizungsresultate.

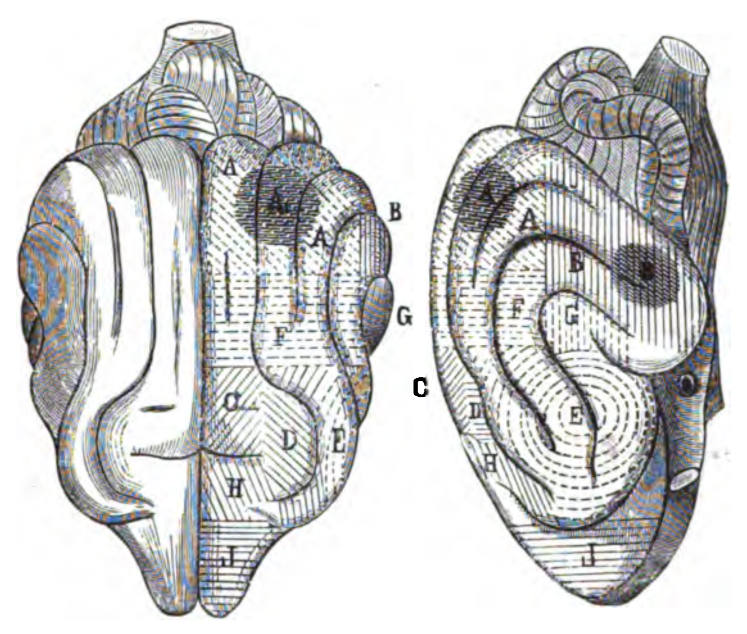


Fig. 181. Hirnrinde vom Hunde. Nach H. Munk. A = Sehsphäre B = Hörsphäre C—J = Fühlsphäre; O = Riechsphäre.

H. Munk verlegt bei Hunden und Affen das Sehcentrum (Sehsphäre) (Fig. 181 A) in die Convexität des Occipitallappens. Wird diese (mit A bezeichnete) Stelle zu beiden Seiten ausgedehntermaassen zerstört, so fehlt dem Thiere jede Gesichtsperception und Vorstellung (der Hund wird vollständig blind; vollständige Rindenblindheit). Es rührt sich nicht vom Platze, und schlägt, wenn es zur Bewegung genöthigt wird, an jedes Hinderniss an (s. das Verhältniss dieses Centrums zur Retina bei „Sehen").

In der Rinde des Parietallappens liegt nach H. Munk

beim Hunde das Gehörcentrum (die Hörsphäre, Hörrindengebiet). Zerstörung dieser Stellen auf beiden Seiten ruft bei Hunden vollkommene Taubheit (Rindentaubheit) hervor; sie spitzen auf keinerlei Geräusche die Ohren.

Der Schläfenlappen des Hundes, der seit Fritsch und Hitzig als motorisches Gebiet bezeichnete Abschnitt der Grosshirnconvexität an der Gegend des Sulcus Rolando, stellt das Empfindungsgebiet (Fühlsphäre) dar, durch dessen Zerstörung das Empfindungsvermögen vollständig aufgehoben wird, wobei es gleichgültig ist, ob darunter das Muskelgefühl, das Hautgefühl (bei Berührung), oder das Wahrnehmen der Einwirkung für willkürliche Bewegungen verstanden wird.

Von der Sehsphäre (*A*) nach vorne und median liegt beim Hunde die Fühlsphäre der hinteren Extremitäten (*C*); zwischen dieser und der Sehsphäre die Fühlsphäre des Auges (*F*); zwischen letzterer und der Hörsphäre (*B*), jedoch etwas nach vorne, die Fühlsphäre des Ohres (*G*) und medianwärts vor dem Gebiet der hinteren Extremitäten die Fühlsphäre des Nackens (*H*): nach aussen davon die der vorderen Extremitäten (*D*) und noch weiter nach aussen und abwärts die Fühlsphäre des Kopfes (*E*). Zumeist nach vorne und in dem Frontallappen gelegen befindet sich die Fühlsphäre des Stammes (*J*).

Das Rindengebiet des Geruches (Riechsphäre) schliesslich befindet sich nach H. Munk an der untern Fläche der Hirnhemisphären und zwar im Gyrus hippocampi (*O*). Wird dieser Abschnitt gedrückt, oder durch ein Neugebilde zerstört (wie Munk in einem Falle beobachten konnte), so geht das Riechvermögen total verloren.

Goltz stellte ferner viele Versuche mit Abtragung einzelner Gehirnabschnitte an (durch Auswaschen mittelst des Strahles einer Wasserleitung, Anbohren mit einer Drehscheibe der Zahnärzte u. s. w.) und beobachtete die Thiere nach ihrer Wiederherstellung durch längere Zeit. Trotzdem er durch seine Untersuchungen sich in Gegensatz zu anderen Forschern stellt, seien in verdienter Beachtung seiner Untersuchungen, die Resultate derselben kurz angeführt:

1. Die Annahme gewisser circumscripter, als auch einzelnen gesonderten Functionen entsprechender Centren an der Hirnrinde ist unhaltbar; 2 die Hirnrinde besitzt keinen blos dem Sehen, Hören oder einer andern Empfindung zukommenden speciellen Abschnitt; 3. man ist nicht im Stande, einen Muskel durch eine circumscripte Verwundung paralytisch zu machen oder dadurch auch nur dem Einflusse des Willens zu entziehen. 4. Jene Functionserscheinungen, von denen man auf Intelligenz, Gemüth, Leidenschaft oder Instinkt zu folgern vermag, hängen keineswegs von in ihren Functionen abgegrenzten Hirnparthieen ab; 5. die Erscheinungen nach Zerstörung der vorderen Parthien des Gehirns differiren theilweise von denjenigen der hinteren Theile. Nach Goltz ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass diese Unterschiede auf Verletzungen der zum Hirnstamme führenden Bahnen beruhen.

Motorische und sensible Centren der menschlichen Hirnrinde.

Nach zahlreichen klinischen Beobachtungen und Vergleichen mit den an Thieren angestellten Experimenten erscheint es theils als sicher, theils aber als wahrscheinlich, dass in der Hirnrinde des Menschen folgende motorische und sensible Centren vorhanden sind:

A. Motorische Centren.

1. Bei Degeneration der vordern (*A*) und hintern (*B*) Central-Windung (Fig. 162) beobachtete Charcot Hemiplegie (Hémiplegie centrale vulgaire), d. h. Lähmung der entgegengesetzten Körperhälfte.

2. Das Sprach-Centrum. Bouilland, Dax, Broca, Kussmaul vertreten die Ansicht, dass der untern Stirnwindung (F''') ein wesentlicher Einfluss auf das Sprachvermögen zukomme, ebenso auch der Insel (Insula Reilii) [dem durch die beiden Aeste der Fossa Sylvii bedeckten Hirnabschnitte (Operculum)]. Hier liegt das Centrum für die Zungen- und Lippenbewegungen. Das Sprachvermögen ist bei den meisten Menschen in der linken Hemisphäre localisirt und hat man sich dieselbe als ähnlich derjenigen Localisation vorzustellen, wie man mit der rechten Hand geschickter ist. Zudem ist beobachtet worden, dass linkische Menschen nach Zerstörung der rechten Hirnhemisphäre auch des Sprachvermögens verlustig werden.

Die krankhaften Veränderungen dieses Centrums ergaben Aphasie (Verlust des Sprachvermögens).

B. Sensible Centren.

1. Unter sensiblen versteht man die Sinneseindrücke vermittelnden Centren. Hierher gehören:

a) Das psychooptische Centrum, nach Ferrier im Gyrus angularis ($P_2{}^1$); nach Munk, Meynert und Huguénin wäre die Sehsphäre im Occipitallappen (O^1, O^2. O^3) befindlich. Huguénin fand an Blinden öfters Atrophie dieses Lappens zu beiden Seiten des Gyrus occipitalis. Reizung dieser Stelle bringt Licht- und Farbenempfindung hervor, Verletzung derselben ergibt Sehstörungen mit Hemiopie. Bei Erkrankung gewisser Stellen dieses Centrums kommt Seelen-Blindheit (das Sehorgan ist intact, das Thier sieht, doch gelangt das Gesichtsgefühl nicht zum Bewusstsein) zu Stande. Eine besondere Form der letzteren stellt die Wortblindheit (Coecitas verbalis) dar, wobei der Kranke Schriftzeichen nicht mehr erkennt.

b) Das psychoacustische Centrum, im obern Schläfe-(Temporal)-Lappen (F_1, 14. 14). Zerstörung dieses Centrums ergibt Seelen-Taubheit. Die Worttaubheit (Surditas verbalis) stellt ein Symptom dieser Erkrankung dar, welche sowohl allein, als auch im Vereine mit Wortblindheit (Coecitas verbalis) auftreten kann. Wernicke beobachtete in einem Falle von Worttaubheit Erweichung der oberen Parthieen des ersten (T_1) und zweiten (T_2) Schläfelappens.

c) Das Riech- und Geschmackscentrum, von Ferrier in den Uncus des Gyrus fornicatus (Schädeldachwindung, an der inneren Fläche des Schläfelappens, bei *M*), das Tastmuskelgefühl hingegen in das Subiculum cornu Ammonis verlegt.

Verletzungen der Stirnparthieen bringen in vielen Fällen weder motorische noch sensible Veränderungen zu Wege; hingegen führen angeborene und erworbene Defecte derselben zur Verminderung der Intelligenz, nach den Beobachtungen mehrerer Autoren sogar zu Idiotismus.

Bartholow reizte in einem Falle von Schädelverletzung des Menschen das Gehirn mittels elektrischen Stromes und konnte dadurch allgemeine epileptische Convulsionen auslösen, wodurch die Erregbarkeit der Rindensubstanz des menschlichen Gehirns zweifellos festgestellt wird.

Die speciellen motorischen Centren des menschlichen Gehirns anlangend, sind dieselben nach klinischen und pathologisch-anatomischen Erfahrungen — besonders den Forschungen von Broca, Hughlings-Jackson. Wernher, Hitzig, neuester Zeit den Fällen von Huguénin und Ferrier, endlich den experimentellen Daten an Affen von Hitzig und Ferrier — nach der Zusammenstellung von C. Balogh folgende:

1. Das motorische Centrum für die Zungen- und Kinnmuskeln umfasst den grössten Theil der äusseren, ferner den untersten Theil der hinteren Stirnwindungen und erstreckt sich wahrscheinlich auch auf den Gyrus Sylvii.

2. Das motorische Centrum des Communicans faciei liegt am obern Ende des Sulcus frontalis und zwar theilweise im Gyrus frontalis medianus, theilweise in der Mitte der hintern Stirnwindung.

3. Das Centrum der Kopf- und Halsmuskulatur befindet sich am Ende des Gyrus frontalis superior.

4. Der grössere Theil des Centrums für die Muskulatur der oberen Gliedmaassen liegt im obern Ende des Gyrus frontalis vor dem Sulcus Rolando, der kleinere Theil hinter dem genannten Sulcus im Gyrus centralis.

5. Das motorische Centrum für die Muskeln der unteren Extremitäten umfasst das oberste Ende des Gyrus centralis und reicht tief in die mediolaterale Windung bis zum Sulcus supra fossam Sylvii.

6. Das Centrum der Augenbewegungen ist am obern Ende der Hinter Sylvius'sche Furche (Sulcus post fossam Sylvii) halb in dem Gyrus Sylvii, halb in dem Gyrus supra fossam Sylvii belegen, sich beinahe bis perpendiculären Lambdasulcus erstreckend.

Function der Ganglien des Grosshirns.

Elektrische Reizung des Corpus striatum und des Nucleus lenticularis (Streifenhügel und Linsenkern) bringt allgemeine Convulsionen auf der entgegengesetzten Körperhälfte hervor. Doch bekam Gliky an Kaninchen bei Reizung des Streifenhügels keine solchen Zuckungen, was darauf hinweist, dass bei genannten Thieren dieses Organ von motorischen Bahnen nicht durchzogen wird (Landois).

Zerstörung der genannten Ganglien hebt die Bewegungen der entgegengesetzten Körperseite auf (Meynert); Reizung derselben soll angeblich keine Schmerzen hervorrufen (Longet). Ferrier sah nach elektrischer Reizung der Sehhügel keine Bewegungen. Die Verletzung des hintern Drittheiles derselben brachte Sehstörungen hervor (Nothnagel). Abtragung des Sehhügels, oder Verletzung des an dem Respirationscentrum, in der Wand des 3. Hirnventrikels gelegenen Theiles benimmt — nach Christiani — dem Kaninchen die Möglichkeit aufrecht zu stehen. Verletzung der Schenkel des Kleinhirns bringt auf der entgegengesetzten Seite Krämpfe und grosse Schmerzen hervor; wie auch Steigerung der Speicheldrüsensecretion auf derselben Seite.

Diese Erscheinungen haben Lähmungszustände im Gefolge, und zwar auf der entgegengesetzten Seite Anästhesie, Paresis der Muskeln und Lähmung der vasomotorischen Muskeln. Beim

Menschen ist hiebei der N. oculomotorius häufig, und zwar auf derselben Seite gelähmt.

Durchschneidung, oder aber Reizung der Brücke ruft Schmerzen und Krämpfe hervor; nach der Durchtrennung treten Sensibilitäts-, motorische und vasomotorische Lähmungen, daneben auch Zwangsbewegungen auf. Beim Menschen oft auch Hemiplegie (Nothnagel).

Die einseitige Zerstörung des Vierhügels (Mittelhirn) an Säugethieren (oder des analogen Lobus opticus von Vögeln, Amphibien oder Fischen) bringt an einem Auge echte Blindheit zu Stande. Bei gänzlicher Zerstörung dieser Centren erblinden beide Augen, der Reflex zwischen Retina und N. oculomotorius und die Verengerung der Pupille bei Beleuchtung des Auges hört auf (Flourens); während bei Entfernung der Hirnhemisphären sowohl auf Beleuchtung, als auch auf mechanische Reizung des Sehnerven Reaction der Pupille erfolgt (Mayo).

Bei gänzlicher Zerstörung des Vierhügels hört auch die Harmonie der Gehbewegung ebenfalls auf, es treten Gleichgewichts- und Coordinationsstörungen ein (Serres). Goltz beobachtete dies bei Fröschen, besonders leidet an diesen Thieren die Fähigkeit das Gleichgewicht zu erhalten. An Vögeln und Kaninchen machten gleiche Beobachtungen Kendrick und Ferrier. Nach Exstirpation der Bulbi tritt Atrophie der vorderen Corpora quadrigemina auf der entgegengesetzten Seite ein.

Bei Verletzungen des Streifenhügels, des Sehhügels, des Hirnschenkels, der Brücke und der Brücken-Kleinhirnbindearme (Ped. cerebelli ad pontem) des Kleinhirnes und der Medulla oblongata, beim Kaninchen auch bei solcher gewisser Theile der Hirnrinde treten die verschiedenen Gestalten der sogenannten Zwangsbewegungen auf.

Es sind dies nach einer Seite gerichtete, von den symmetrischen Bewegungen der beiden Körperhälften abweichende Gleichgewichts-Bewegungsstörungen. Sie kommen als Manègebewegung, bei welcher das Thier stets weiter laufend sich im Kreise bewegt, als Uhrzeigerbewegung, wenn sich das Thier um die hinteren Extremitäten im Kreise dreht, schliesslich als Rollbewegung, bei welcher das Thier sich um seine Längsaxe wälzt, vor.

Verletzung des vordern Abschnittes der Brücke und der Kleinhirnschenkel bringt Zeiger- bis Rollbewegungen nach der (gelähmten) entgegengesetzten Seite zu, hervor; Durchschneidung des hintern Abschnittes löst Rollbewegungen nach derselben (gelähmten) Seite aus. Nach Durchtrennung eines Hirnschenkels kommen Manègebewegungen (nach derselben Seite hin) zu Stande. Je näher die Durchschnittsstelle zur Brücke, umso enger wird der Kreis der Bewegungen, bis

schliesslich Zeigerbewegung auftritt. Verletzung eines Sehhügels allein ruft ähnliche Bewegungen hervor, als Einstich der vorderen Hirnschenkel, da in diesem Falle auch letzterer mitverletzt wird; schliesslich ergibt Durchschneidung des vordern Abschnittes eines Sehhügels Zwangsbewegungen nach der entgegengesetzten Seite. (Ueber Function und Wirkung der übrigen Gehirntheile auf elektrische und mechanische Reize siehe die Untersuchungen von Balogh, Seite 676—679.)

Einfluss des Gehirns auf die Herzbewegungen.

Der Einfluss des Gehirns auf die Herzbewegungen ist seit lange als bestehend angenommen und mit Experimenten nachzuweisen versucht worden. Wir folgen in unserer Darstellung den sich mit dieser Frage eingehendst beschäftigten Ausführungen von C. Balogh.

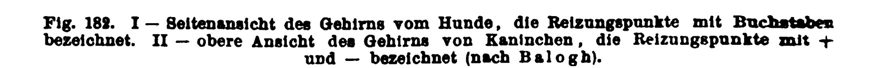


Fig. 182. I — Seitenansicht des Gehirns vom Hunde, die Reizungspunkte mit Buchstaben bezeichnet. II — obere Ansicht des Gehirns von Kaninchen, die Reizungspunkte mit + und — bezeichnet (nach Balogh).

Beim Hunde sind es die an der äussern Hirnoberfläche mit *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, *h* und *i* bezeichneten Punkte, durch deren Reizung mittelst sehr schwacher elektrischer Ströme die Herzbewegungen beeinflusst werden konnten.

Die Erregung der mit *f*, *h* und *i* markirten Stellen (die Punkte 17, 27 und 29 der Fig. 180) bereitet wenig Schmerz und sah Balogh die Zahl der Herzschläge hiebei von 76 auf 108, von 80 auf 196, von 84 auf 116, von 104 auf 160 in der Minute gesteigert werden.

Die Punkte *c*, *e* und *g* (7—13 und 26 der Fig. 180) be-

schleunigen nebst Hervorrufen entsprechender Muskelbewegungen gewöhnlich die Herzschläge, wenn auch in geringerem Maasse.

Bei Reizung von *b* und *d* (entsprechend Punkt 3 und 9) kam weder Schmerz, noch allgemeine Convulsion vor, doch wird durch erstere (*b*) die Zahl der Herzschläge von 80 auf 92, von 84 auf 112, von 104 auf 120 gesteigert; nach Reizung des Punktes *d* wird hingegen der Herzschlag von 84 auf 64 vermindert, worauf bei einzelnen Versuchen mit dem Einstellen des Reizes der Herzschlag von 64 auf 104 stieg.

Aus Obigem ist das Vorhandensein zahlreicher herzbeschleunigender Centren am Hundehirne klargestellt, hingegen fungirt die Stelle bei *d* als Verminderer der Herzschläge.

Hiemit scheint im Zusammenhange zu stehen, dass die Herzbewegungen durch Abtragung der Hirnhemisphären verlangsamt erscheinen, indem sich die an der Hirnbasis belegenen Hemmungscentren im Uebergewicht befinden, die angeführten beschleunigenden Centren hingegen ausgeschlossen werden. Die Zahl der Herzbewegungen kann auf solche Weise von 84 auf 52, von 152 auf 80, von 240 auf 176 sinken.

Auf Reizung des Corpus striatum pflegt die Herzbewegung in der Mehrzahl der Fälle gesteigert zu werden, wobei sowohl die Kopf- als auch die Schwanzgegend gleiche Eigenschaften — letztere übrigens in erhöhtem Maassstabe — entwickelt, was durch die erhöhte Empfindlichkeit beeinflusst ist. Nach Balogh's Versuchen stieg die Frequenz von 52 auf 72—84, von 176 auf 220—240.

Durch Erregung der oberen Sehhügelabschnitte (Thalami optici) kann die Zahl der Herzschläge entschieden vermehrt (von 200 auf 244) werden; durch diejenige der unteren Theile werden die Herzbewegungen entschieden verringert. Die nach Reizung der Cauda corporis striati auf 200 gebrachten Herzschläge fallen nach Reizung der angeführten Stellen der Thalami optici auf 14, um sich mit Aufhören des Reizes auf höchstens 80 wieder zu heben, die frühere Frequenz jedoch nicht mehr zu erreichen.

In anderen Fällen tritt die Verringerung im kleinern Maasse ein; die Herzbewegung sinkt von 240 auf 208 oder höchstens 200; in noch anderen ist die Reizung von keinem Erfolge begleitet. Es kam jedoch auch der Fall vor, dass die vor der Reizung mit 76 in der Minute gezählte Herzbewegung gänzlich ausblieb, um mit Aufhören der Reizung wieder auf 160 anzusteigen.

Ferner fand Balogh bei Reizung des Ammonshornes eine in erhöhter Weise verlangsamende Wirkung auf die Herzschläge.

Unter den Corpor. quadrigem. üben die vorderen, dem Thalamus opticus näher belegenen eine verlangsamende Wirkung dann auf die Herzbewegungen aus, wenn deren grosse Empfindlichkeit herabgesetzt ist.

Der obere und untere Lappen des Kleinhirns (Cerebellum) ist auf die Herzbewegungen von beschleunigender Wirkung, besonders an dessen schmerzhaften Stellen. Die Beschleunigung kann von 172 auf 188—232 ansteigen; Reizung des Wurmes wirkt auf die Herzschläge in verringernder Weise (von 188 auf 184 oder noch tiefer).

Im verlängerten Marke (Medulla oblongata) befinden sich die verlangsamenden Centren für die Herzbewegungen in grösserer Anzahl, sind jedoch nicht überall gleichmässig vertheilt. Während Reizung der vorderen Parthieen die Herzbewegung von 192 auf 40, von 100 auf 28, von 156 auf 100

herabsetzt, kann solche durch Reizung der Spitze des Calamus scriptorius gänzlich sistirt werden; sie erfolgt jedoch nach Aussetzen der Reizung von Neuem; ausgenommen, wenn diese dermaassen stark und anhaltend gewesen, dass durch Erschöpfung der Medulla oblongata der Tod des Thieres herbeigeführt wurde.

Beim Kaninchen konnte Balogh durch elektrische Reizung der auf Fig. 182 II mit + bezeichneten Stellen der Hirnoberfläche, die Zahl der Herzschläge vermehren (von 240 auf 280 in der Minute); Reizung der mit — bezeichneten Stellen ergab regelmässig Verminderung der Herzschläge (von 240 auf 188 oder 160, während nach Aussetzen des Reizes sich diese auf 240 wieder erhoben. Abtragung der Hirnhemisphären beim Kaninchen ergab nach Balogh Vermehrung der Herzcontractionen, was darauf hindeuten würde, dass hier die Action der verlangsamenden Centren die Oberhand besitzt. Reizung des Vierhügels, des Kleinhirns und des verlängerten Markes war ungefähr von denselben Erfolgen begleitet, wie beim Hunde, doch mit dem Unterschiede: dass durch Reizung der Corpora quadrigemina nicht blos eine Verringerung, sondern gegebenen Falles das gänzliche Sistiren der Herzschläge eintrat.

Einfluss des Gehirns auf die Temperaturverhältnisse des Körpers.

Bezüglich der, auf die Temperaturverhältnisse des Körpers gerichteten Wirkung des Gehirnes geben wir die Resultate der Untersuchungen von Arpád Bókai und Landois in Nachstehendem:

Nach Abtragung der beiden Hirnhemisphären in der Höhe des Corpus callosum wird bereits nach kurzer Frist eine erhebliche, bis zum Eintritte des Todes dauernde Steigerung der Temperatur im Rectum des Thieres beobachtet. Ein Gleiches wird durch Zerstörung der grauen Substanz der Hemisphären, — soweit dieselben zugänglich sind — mittelst Glühdrahtes erzielt. —

Wird blos die vordere Parthie der grauen Hirnrindensubstanz zerstört. so kommt keine Temperaturerhöhung zu Stande; dieselbe erfolgt blos im Rectum nach Zerstörung der hintern Hälfte. Dass diese Temperaturerhebung kein Product von Entzündung ist, beweisen diejenigen Versuche von Bókai, in denen er die Hirnrinde mit Senftöl bestrich, und dadurch Entzündung hervorrief. Bei derartig behandelten Kaninchen hielt die Temperatursteigerung im Mastdarme so lange an, bis die Hirnrinde eitrig infiltrirt, sich verflüssigte, worauf eine kleine Temperaturerhöhung wahrnehmbar wurde. Bókai betrachtet auf Grund seiner Experimente die Rinde der Hirnhemisphären und besonders den Occipitalabschnitt derselben, ausschliesslich als Temperatur beschränkendes (Hemmungs-) Centrum, und will diese Eigenschaft entweder daraus ableiten, dass in dem hintern Abschnitte der Hirnrinde Nervencentren vorhanden sind, welche auf die vasomotorischen Centren der Medulla oblongata einen gewissen Hemmungseinfluss ausüben, oder daraus, dass der betreffende Abschnitt der Hirnrinde mit vasomotorischen Centren versehen ist. Wurde die Rinde der centralen mittlern Hirnwindung an der unmittelbar hinter dem Sulcus coronarius belegenen Stelle mittelst Glüheisens zerstört, so erhöhte sich die Temperatur der vorderen Extremitäten, insonders derjenigen der entgegengesetzten Seite, beträchtlich; dasselbe erfolgte für die hinteren Extremitäten, besonders wieder für diejenige der entgegengesetzten Seite, bei Zerstörung des mittlern und hintern Abschnittes der mittlern Hirnwindung. Während dieser Versuche fand sich die Temperatur im Mastdarme nicht erhöht. — Die Temperaturerhebung im Gefolge dieser Zerstörung wird — nach Bókai — wahrscheinlich durch Lähmung der gefässverengenden Nerven verursacht. Nach diesen Resultaten ist man nunmehr im Stande die Temperaturhemmungs-

centren der Hirnrinde für einzelne Körperstellen in gewisser Richtung zu localisiren.

Ausser diesen suchte nun Bókai solche Punkte auf, welche mit dem vasodilatatorischen Nervensysteme in Verbindung sind, und fand solche zu beiden Seiten hauptsächlich in der Rinde der mittlern Windung. Reizung dieser Punkte mittelst schwacher Inductionsströme, ergab an beiden vordern,

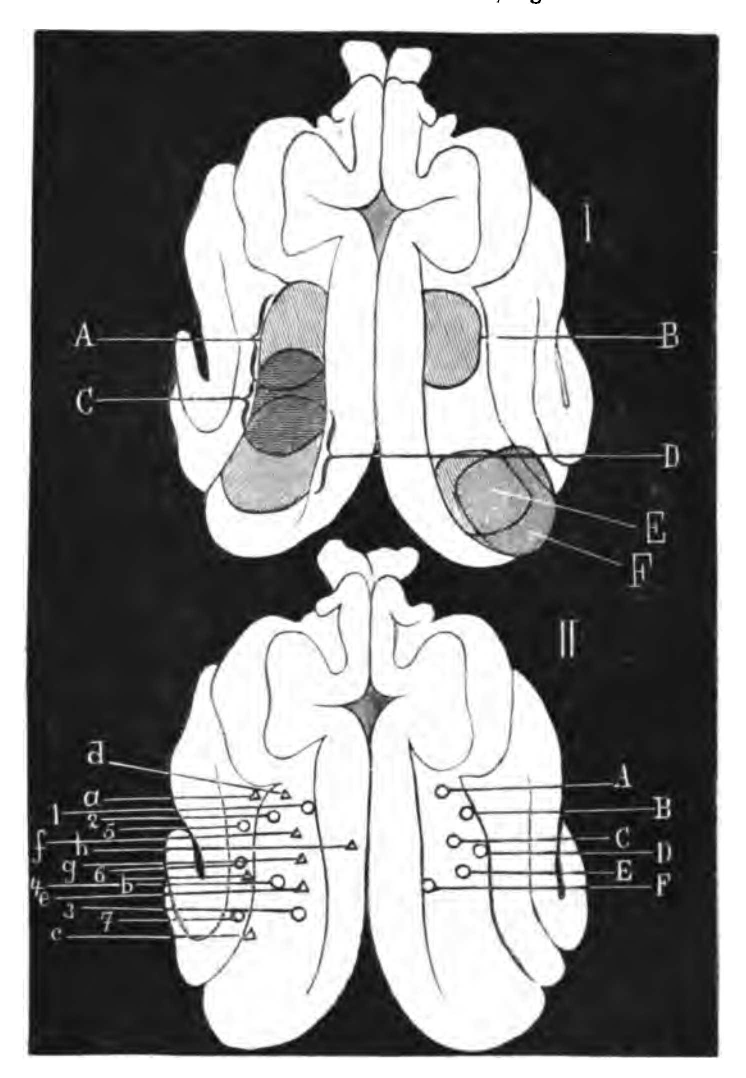


Fig. 183. Darstellung der Temperaturhemmungs- (I) und der Temperatursteigerungs- (II) Hirncentren von A. Bókai. I, *A*, *B*, *C*, *D* = Temperaturhemmungscentren für die beiden vorderen Extremitäten, und wahrscheinlich auch für die vordere Hälfte des Körpers. *E*, *F* = Temperaturhemmungscentren für die hinteren Extremitäten. II = Temperatursteigerungs-Hirncentren von Bókai.

besonders aber der an der entgegengesetzten Seite befindlichen — Extremitäten: Temperaturerhebung, oft um mehre Zehntel Grade, ohne dass jedoch hiebei Muskelbewegungen ausgelöst wurden. Wenngleich es Bókai nicht gelang die nämlichen Punkte für die hinteren Extremitäten zu entdecken, so ist das Vorhandensein solcher als wahrscheinlich anzunehmen. Nach Durchtrennung des Rückenmarkes; — an beliebiger Stelle — tritt sowohl centrale als periphere Temperaturabnahme ein. Bókai gelangt — im Gegensatze zu anderen Forschern — auf Grund seiner Untersuchungen fussend zu dem Schlusse, dass der Grund für die Temperaturabnahme theilweise in dem Abfalle der Wärmeproduction, theilweise in der Steigerung der Wärmeausstrahlung zu suchen sei. Der Grund für letztere ist: dass bei Durchschneidung des Rückenmarkes die in demselben nach aufwärts verlaufenden Depressionsfasern von ihren im Hirn oder der Medulla oblongata befindlichen Centren abgetrennt werden, wodurch die Accomodationsfähigkeit der Gefässe der äussern Decke zur Aussentemperatur verloren geht.

Die Untersuchungsergebnisse von Bókai lassen sich in Nachstehendem zusammenfassen:

1. Im Gehirn des Hundes sind Temperatursteigerungscentren, — unabhängig von Muskelarbeit — vorhanden; 2. diese entsprechen hauptsächlich dem vordern und mittlern Abschnitte der mittlern Windung und einem kleinen Abschnitte des mit diesem Gebiete nachbarlichen Gyrus superior et inferior; 3. auf diesem Gebiete sind die Temperatursteigerungscentren für die vorderen Extremitäten und wahrscheinlich auch für die vordere Körperhälfte belegen; 4. die erwähnten Hirnrindenpunkte fallen in jenes Gebiet, in welchem Temperaturhemmungcentren gleichfalls constatirt, oder welche während der Reizung aufgefunden wurden; 5. die Temperatursteigerungscentren für die hinteren Extremitäten und die hintere Körperhälfte, obschon bisher noch nicht erwiesen, können nicht ausgeschlossen werden; 6. die temperatursteigernde Wirkung der Hirnrindengebiete wird aller Wahrscheinlichkeit nach durch das vasodilatatorische Nervensystem vermittelt.

Landois und Eulenburg fanden ferner an der Oberfläche des Hundehirns eine Stelle, welche ihrer Annahme zufolge auf die Veränderungen im Innern der Gefässe und der Temperatur der Extremitäten an der entgegengesetzten Seite, von Einwirkung ist. Diese Stelle entspricht der Grenze zwischen den Punkten 3. u. 4. (Fig. 165), welche zu gleicher Zeit die Centren für die Beuge- und Streckmuskeln der vorderen und die motorischen Centren der Muskeln an den hinteren Extremitäten sind. Zerstörung dieser Stelle erhöht die Temperatur der Extremität an der entgegengesetzten Seite (um 1·5—2° sogar bis um 13° C.). Diese Thatsache konnte auch Hitzig constatiren, und soll die Wirkung 2—3 Tage, nach Landois angeblich bis 3 Monate andauern. Elektrische Reizung dieses Gebietes ergibt geringe und vorübergehende Abkühlung der Extremitäten an der entgegengesetzten Seite: dasselbe erfolgt auch auf Reizung mit Kochsalz. An Kaninchen erzielte Landois übrigens keine Resultate.

Nervenmechanismus der associirten Augenbewegungen.

Beim Sehen folgt ein Auge den Bewegungen des andern, ebenso folgt unwillkührlich die Augenbewegung jener des Kopfes sowohl beim Menschen als beim Thiere. Wird ein Kaninchen auf einem Apparate gedreht, so entstehen bei verschiedenen Lagen des Körpers bilaterale Augenbewegungen, das verdeckte Auge folgt den Bewegungen des geöffneten. Diese activen und pas-

siven Augenbewegungen waren schon im vorigen Jahrhunderte bekannt und können dieselben nach Högyes, der sich mit denselben am eingehendsten befasst und den Nervenmechanismus derselben erschlossen hat, als associirte oder synchronische bilaterale Augenbewegungen bezeichnet werden.

Högyes folgerte — nach den Untersuchungen von Magendie, Hitzig, Ferrier und Balogh — dass das Centralnervensystem auf diese Bewegungen von Einfluss sein müsse, indem bereits die Genannten durch Reizung des Mittel- und gewisser Theile des Kleinhirns associirte Augenbewegungen auslösen konnten. Ferner beobachteten Vulpian, Duret, Huguénin, Schwann vorher auf mechanische Reizung des 4. Hirnventrikels bilateralen Nystagmus (Augenzittern); Cyon sah nach Durchschneidung der semicirculären Canäle die gleiche Erscheinung; Flourens und Purkinje noch früher bilaterale nystagmische Augenbewegungen bei Schwindelanfällen.

Die Resultate der Untersuchungen über den Nervenmechanismus der associirten Augenbewegungen von Högyes geben wir — an seine diesbezügliche Abhandlung anlehnend — in Folgendem kurz wieder:

1. Zum Hervorrufen und regulären Erscheinen der unwillkürlichen associirten Augenbewegungen sind folgende Abschnitte des Nervensystems nothwendig:

a) die 3 Oculomotoriusnerven von beiden Seiten; b) jene Parthieen, welche zwischen dem Boden des 4. Hirnventrikels und dem Aquaeductus Sylvii in der Höhe der Acusticuskerne und dem vordern Abschnitte der beiden vorderen Corpora quadrigemina liegen; c) die beiden Nervi acustici mit den membranösen Labyrinthen.

2. Die gesammte Anordnung des associirenden Nervenmechanismus besteht:

a) aus dem centralen Theile (dem Associationscentrum der Augenbewegung); b) den centripetal leitenden (centripetale Associationsbahn) und c) den centrifugal leitenden Fasern. Das Associationscentrum entspricht im Mittelhirne und im verlängerten Marke dem anatomischen Sitze des VIII., VI., IV. und III. Hirnnervenkernes. Die centripetale Bahn wird durch beide Nn. acustici, die centrifugale durch die der sechs Nn. oculomotorii gebildet.

Der gesammte Associationsnervenmechanismus theilt sich ausserdem in eine rechtsseitige und eine linksseitige Hälfte. Der centripetale Theil der rechten Hälfte ist das rechte membranöse Labyrinth und der rechte N. acusticus —; das Centrum desselben: am Boden des 4. und 3. Hirnventrikels rechterseits von der Raphe, in der Höhe des rechten Acusticuskernes und zwischen den Kernen des rechten N. oculomotorius und trochlearis liegend —; der centrifugale Theil: der rechtsseitige VI., IV. und III. Hirnnerv. Den centripetalen Theil der linken Hälfte stellt das linke häutige Labyrinth und der linke Acusticus; das Centrum derselben die Rautengrube und die linke Seite des Aquäductus Sylvii zwischen den Acusticus- und Oculomotoriuskernen dar; der centrifugale Theil ist der linke VI., IV. und III. Hirnnerv. Beide Hälften des Nervenmechanismus werden durch intercentrale Fasern verbunden, welche von den Kernen des Abducens zu den Kernen der Nn. oculomotorius und trochlearis an der entgegengesetzten Seite ziehen, und sich im obern Abschnitte der Raphe kreuzen. Es besteht somit der gesammte Nervenmechanismus aus zwei Reflex-

bögen, deren centrale Theile sich in der Medianlinie des Körpers treffen und durch miteinander sich kreuzende Nervenbahnen in Contakt treten.

3. Der Verlauf der Associationsreflexnervenbahnen für die Augenbewegungen gestaltet sich demnach folgenderweise: Von beiden Labyrinthen entspringen Associationsnervenbahnen für beide Augen und ziehen durch den N. acusticus zu den betreffenden Theilen des Associationscentrums, um von hier aus zu jenen Augenmuskeln zu gelangen, deren Aufgabe die seitliche und Aufwärtsdrehung des Auges ist, worauf sie sich kreuzend auf der entgegengesetzten Seite in die Centrifugalbahn übergehen. Infolge dieser bilateralen Anordnung erhält jedes Auge von beiden Labyrinthen aus Reflexnervenreize, und zwar für die nach aufwärts lateral und medial drehenden Muskeln: von derselben Seite; für die nach abwärts, medial und lateral drehenden Muskeln: von der entgegengesetzten Seite.

4. Es ist anzunehmen, dass unter normalen Verhältnissen von beiden häutigen Labyrinthen diese bilateralen Reflexnervenreize auch im Ruhezustande constant zu den Augenmuskeln hinströmen und beide Bulbi dadurch im mittlern labilen Gleichgewichte erhalten werden. Wenn nun die von einem der beiden Labyrinthe entstammenden (oder von einer Stelle des associationscentripetalen Theiles herrührenden) Reflexnervenreize vermehrt werden (sich durch Reizung jener Theile cumuliren) oder sich verringern (durch Zerstörung jener Parthieen), so wird das labile Gleichgewicht unterbrochen und es entsteht sogleich eine bilaterale Augenablenkung, welche je nach der Qualität der aus dem Labyrinthe (oder der centripetalen Bahn. oder dem Centrum) stammenden Reize eine verschiedenartige ist. Wird der Verlauf der Associationsnervenreize zu den Augenmuskeln, der centripetalen Bahn, und zu dem Centrum durch Zerstörung unterbrochen, so wird die Alteration des labilen Gleichgewichtes beider Augen eine stabile, wobei die Augen sowohl für willkürliche, als unwillkürliche bilaterale Augenbewegungen unfähig werden.

5. Die compensatorischen Augenbewegungen bei Stellungsveränderungen des Kopfes sind Störungen des labilen Gleichgewichtes der Augen, und entstehen dadurch, dass durch die in verschiedener Richtung erfolgende Drehung, die aus beiden häutigen Labyrinthen ausströmenden Associationsnervenreize in verschiedener, jedoch stets der Drehung entsprechender Weise modificirt werden.

6. Die physiologische Function des Associationsnervenmechanismus für die Augenbewegungen besteht demnach wesentlich darin, dass Reflexnervenreize von den Nn. acustici ununterbrochen auf das VI., IV und III. Hirnnervenpaar übermittelt werden, und je nach der Qualität derselben in beiden Augen entweder labiles Gleichgewicht, oder die der Kopfstellung entsprechenden bilateralen Augenbewegungen entstehen. Ausser diesem einfachen bilateralen Reflexe ist an diesem Nervenmechanismus keine automatische Function wahrnehmbar, da nach Durchschneidung der centripetalen Bahn (der Nn. acustici) compensatorische Augenbewegungen auftreten.

Ursprung und Function der zwölf Hirnnervenpaare.

Der *Riech-* (I), *Seh-* (II) und *Gehörnerv* (VIII) kann in embryologischer und anatomischer Hinsicht als Gehirntheil betrachtet werden; die Nervenfasern derselben sind von feinerer Structur und besitzen dünnere Markscheiden, als die der übrigen Hirnnerven.

Der *Riechnerv* (N. olfactorius) (I) verbreitet sich an den oberen Parthieen der Nasenhöhle, dann in der Schleimhaut des Nasenseptums, und entlang der Seitenwände der obern und mittlern Nasenmuschel. Nach Durchschneidung desselben verbleiben die Thiere ruhig; beim Menschen tritt bei Degeneration dieses Nerven Geruchsmangel ein.

Thiere, bei denen Magendie und Valentin diesen Nerven durch-

schnitten, verloren den Geruch. Biffi zerstörte an noch blinden Hundejungen den Tractus olfactorius, worauf diese die Mutterbrust nicht mehr fanden, welcher Umstand auch von Schiff constatirt wurde. Wenngleich der Olfactorius auf Einwirkungen, die unter gewöhnlichen Umständen keinen Schmerz bereiten, nicht empfindlich ist, so kann auf intensivere Gerüche selbst Schmerz entstehen. Nach Budge wird dies in der Weise erklärt, dass der Olfactorius entweder blos eine gewisse specifische Empfindlichkeit gegen Riechsubstanzen entwickelt, und darüber hinaus keinen Geruch mehr, sondern Schmerz empfindet, oder aber dass die Affection des Olfactorius auf dem Wege des Reflexes an den Trigeminus übertragen wird. Ausserdem behauptet man, dass der Trigeminus ausser dem Geschmacke, auch Geruchsempfindungen zu vermitteln im Stande sei, worüber übrigens keine genügenden Beobachtungen vorliegen.

Wird einem Thiere Ammoniak unter die Nase gehalten, so ist diesem nicht allein der Geruch unangenehm (wie Magendie glaubt), sondern auch die schmerzhafte Erregung der Nasenschleimhaut.

Der *Sehnerv* (Nervus opticus, II). Nach Durchtrennung desselben trat nach Magendie, Longet und Valentin an den Versuchsthieren keinerlei Schmerzempfindung auf. Beim Menschen kommt Schmerz zu Stande, doch rührt derselbe von der Durchschneidung des N. nasociliaris her. Bei Reizung des Sehnerven mittelst elektrischer Ströme verengt sich die Pupille und wird nach Aussetzen des Stromes plötzlich dilatirt. Reizung des mit dem Gehirne zusammenhängenden Abschnittes, ruft ebenfalls Pupillenverengerung hervor; hingegen ergibt solche des andern Abschnittes keinerlei Wirkung (Mayo). Bei Durchtrennung des Sehnerven an Säugethieren reagirt die Pupille nicht, doch tritt beim Frosche nach einseitiger Durchschneidung des N. opticus, bei Zuleitung einer Lichtquelle an das entsprechende Auge: Pupillenverengerung ein; deutlicher sichtbar wird dieselbe, wenn das Thier decapitirt und das Auge herausgenommen wird; die Pupille desselben verengt sich bei Lichteinwirkung und wird in der Dunkelheit dilatirt. Beim Menschen blitzt es beim Durchtrennen des Sehnerven im Sehfelde auf; doch ist dies nach Budge nicht erwiesen. Intensives, auf die Retina fallendes Licht bereitet Schmerz; hingegen reagirt der Opticus auf Zerstörung oder Durchschneidung nicht; bei Thieren fehlt jede Schmerzensempfindung, wenn der N. opticus zuvor durchschnitten und hierauf in das Auge intensives Licht geleitet wurde.

Der *gemeinschaftliche Augenmuskelnerv* (N. oculomotorius, III) ist durch die Grosshirnschenkel bis zum Aquaeductus Sylvii zu verfolgen. Er versorgt folgende Augenmuskeln: die äusseren: und zwar den Musculus rectus superior, inferior und internus; den M. obliquus inferior, den M. levator palpebrae, und an Wiederkäuern auch den M. retractor bulbi. Ausserdem werden durch denselben der M. circularis sup. iridis s. sphincter pupillae und der M. ciliaris, seu tensor chorioideae (M. Brücke-i) innervirt. Er enthält etwa 1500 Nervenfasern. Bei Erregung des Sehnerven (durch Licht) wird der durch den Vierhügel passirende Reiz an den N. oculomotorius übertragen und es tritt auf reflectorischem Wege Pupillenverengerung ein. Es müssen dem nach der N. opticus und der N. oculomotorius im Vierhügel miteinander in Verbindung stehen, wie solche im Gehirne zwischen beiden Nn. oculomotorii vorhanden sein muss, da auch dann die Pupillen beider Augen verengt werden, wenn auch blos das eine vom Lichtstrahl getroffen wurde; schliesslich müssen auch die, die Pupille verengernden und die zu den geraden Augenmuskeln ziehenden Nerven in einem Centrum verbunden sein, in dem jedesmal bei Einwärtsrotirung des Auges Pupillenverengerung eintritt.

Nach Durchschneidung oder Lähmung des N. oculomotorius fällt das obere Augenlid herab (Ptosis), das weniger bewegliche Auge rollt infolge der Action des vom N. oculomotorius nicht versorgten äussern geraden Augenmuskels nach aussen und tritt infolge Lähmung des N. re-

tractor aus der Augenhöhle heraus; die Pupille reagirt auf Lichteinwirkung nicht weiter und das Scharfsehen in der Nähe ist infolge Lähmung der Accomodationsmuskeln unausführbar.

Die verengernden Fasern der Pupille entspringen nach den neuesten Untersuchungen von Bechterew an der Retina, und treten, im Sehnerv verlaufend unmittelbar in das, die Höhle des 3. Hirnventrikels auskleidende centrale Grau, ziehen in die Kerne des N. oculomotorius, woraus dieselben im Stamme des N. oculomotorius zur Peripherie zurückkehren. Die Verbindung dieser, für jedes Auge gesondert vorhandenen Reflexbögen, wird durch die verbindenden Comissurfasern der Oculomotoriuskerne vermittelt.

Der kleinste Hirnnerv, der *Rollmuskelnerv* (N. trochlearis, IV) kann durch die Querfasern der Brücke bis in den grauen Kern des 4. Hirnventrikels, den sogen. Trochleariskern verfolgt werden; durch denselben wird der Musculus obliquus superior innervirt. Nach Durchtrennung desselben ist das Auge nach oben und aussen nicht mehr drehbar, und erfolgt Doppelsehen.

Der *äussere Augenmuskelnerv* (Nervus abducens, VI) entspringt aus der grauen Masse der Rautengrube, und versorgt den Musculus rectus externus; wesswegen bei Lähmung desselben convergirendes Schielen (Strabismus convergens entsteht.

Der *dreigetheilte Nerv* (Nervus trigeminus, V) entspringt mit zwei Wurzeln, einer vordern motorischen und einer hintern sensiblen, deren Austritt an der Basis der Brücke und zwar an der ventralen Seite der Brücken-Kleinhirnschenkel erfolgt. An der hintern Wurzel liegt das sogen. Ganglion Gasseri, hinter welchem beide Wurzeln zu einem gemeinschaftlichen Stamme vereinigt werden, welcher in drei Aeste: den Augen-, den Oberkiefer- und den Unterkiefer-Ast zerfällt. Vom letztern entzweigt sich der motorische Faserzug, als Ramus crotaphitico-buccinatorius die Kaumuskeln der entsprechenden Seite — mit Ausnahme des M. buccinator (Backenmuskel) — also den M. masseter (Kaumuskel), M. temporalis (Schläfemuskel), den M. pterygoideus externus et internus (äusserer und innerer Flügelmuskel) versorgend; ein zweiter Theil geht in den Ramus alveolaris inferior (Unterkieferast) und in den N. lingualis (Zungennerv) über, zur Innervirung des M. mylo- und geniohyoideus (Mahlzungenbein- und Kinnzungenbeinmuskel), den vordern Bauch des M. digastricus (zweibändiger Unterkiefermuskel) und den M. tensor palati mollis (Gaumenspannmuskel).

Der sensible Ast des Trigeminus versieht an der entsprechenden Seite die Kopf- und Gesichtshaut mit sensiblen Fasern, ebenso auch die harte Hirnhaut, den Augapfel, die Nasen- und Mundschleimhaut, die vordere Fläche des äussern Ohres und den äussern Gehörgang. Nach Durchschneidung der Stämme des Trigeminus, — innerhalb der Schädelhöhle — tritt an der entsprechenden Kopfhälfte vollständige Unempfindlichkeit (Anästhesie) auf; durch Lähmung der Kaumuskeln, und hauptsächlich durch die Action der Flügelmuskeln auf der entgegengesetzten Seite wird der Unterkiefer gegen die gelähmte Seite zu hingezogen. Thiere, welche die einseitige Durchtrennung überleben, zeigen schiefe Abnützung der Zähne auf der gelähmten Seite. Die halbe Seite der Zunge (infolge des N. lingualis als Ast des Trigeminus) und ebenso die Mundschleimhaut wird unempfindlich, wesswegen bei einseitiger Function der Kaumuskeln sehr leicht Verletzung der Zunge eintritt. Der Augapfel ist gleichfalls unempfindlich, die Augenlider schliessen sich bei Berührung derselben nicht, doch bleibt die willkürliche Schliessungsfähigkeit des Auges erhalten, da diese durch den N. facialis besorgt wird. Fremdkörper erregen im Auge Entzündung.

Das Niessen infolge Lichteinwirkung beruht ebenfalls auf der Reflexverbindung der Nasen- und Ciliaräste des Trigeminus.

Ausserdem besitzt der Trigeminus noch secretorische Aeste. Diese sind auf die Secretion der Thränen — beim Hunde und der Katze

überdies auch diejenigen der Orbitaldrüse von Einfluss. Auf Reizung des N. lacrymalis tritt reichlicher Thränenfluss ein, und zwar durch directe Einwirkung auf die Drüsenzellen ohne Mitbetheiligung der Gefässe (dieses Experiment kann auch am ausgeschnittenen Auge mit Erfolg demonstrirt werden); directe Reizung des Nerven bewirkt Verkleinerung und Trübung der Drüsenzellen. Thränenabsonderung tritt ferner bei Reizung jedes Gehirnnerven, ebenso der oberen Rückenmarksnerven auf Reflexwege ein; ebenso auch direct vom Gehirn aus (bei Schreck, Zorn u. s. f.), auf Reizung der Ciliaräste z. B. beim Blicken in das Sonnenlicht, oder bei Berührung der Augenbindehaut, oder bei mechanischer oder chemischer Reizung der Nasenschleimhaut, wobei die Thränensecretion durch Uebertragung der Erregung sensibler Fasern im Centrum an den N. lacrymalis, erfolgt. Die im Trigeminus verlaufenden secretorischen Fasern, für die Innervirung der Unterkieferspeicheldrüse entstammen dem N. facialis (s. diesen). Daneben führt derselbe aber auch sensible Fasern, welche reflectorisch Speichelabsonderung hervorrufen, und zwar sind dies Aeste, welche die Mund- und Zungenschleimhaut versorgen, ferner durch die, in den Mund eingeführten Speisen gereizt werden, deren Erregung in der Medulla oblongata an die secretorischen Nerven der Speicheldrüsen abgegeben wird.

Der secretorische Nerv der Orbitaldrüse ist ein Zweig vom N. buccinatorius. Ferner gibt der Trigeminus (und zwar dessen infraorbitaler Ast) secretorische Zweige zu den Schweissdrüssen der Gesichtshaut des Pferdes und dem Rüssel des Schweines ab. Schliesslich führt derselbe auch vasomotorische Fasern, welche wahrscheinlich dem Sympathicus entstammend blos in dessen Bahn verlaufen (s. Innervation der Gefässe, S. 334—343).

Für den Trigeminus wurden endlich noch trophische Fasern angenommen, worunter derartige verstanden sind, welche direct auf die Ernährung der Gewebe einwirken. Diese Annahme wurde aus den, nach Durchschneidung des Trigeminus auftretenden eitrigen Augenentzündungen (Panophthalmitis) gefolgert. Hingegen nahm bereits Schiff an, dass die Urheber dieser Entzündungen in das Auge gelangte Fremdkörper seien; und haben die directen Experimente von Snellen, Meissner, Senftleben, Balogh u. A. die Richtigkeit der Behauptung Schiff's erwiesen. — Wird der Trigeminus am Frosche durchschnitten, so degeneriren die Corneazellen fettig (Thanhoffer).

Zum Beweise des Vorhandenseins trophischer Nerven werden zahlreiche pathologische Beobachtungen angeführt; die Mehrzahl der Physiologen hält deren Bestimmung als bisher nicht erwiesen.

Der *Antlitz- oder Gesichtsnerv* (Nervus facialis, VII) entspringt mit zwei Wurzeln: und zwar einer vordern aus dem Corpus restiforme und einer hintern aus der grauen Masse des Bodens vom 4. Hirnventrikel, dem sogen. Facialiskerne; ist ursprünglich ein rein motorischer, die Muskeln des Gesichts versorgender Nerv, und zwar versieht derselbe den Musc. frontalis (Stirnnerv), M. corrugator supercilii (Augenbrauenrunzler), M. orbicularis palpebrarum (Schliessmuskel der Augenlider), die Muskeln der Backe, den zu den Kaumuskeln gehörigen M. buccinator (Backenmuskel), die äusseren Ohrmuskeln, den M. levator alae nasi (Aufheber des Nasenflügels) (daher dieser Ast auch als Respirationsnerv des Gesichtes bezeichnet wird); die Muskeln des Mundes, der Ober- und Unterlippe; sendet ferner Zweige zum Platysma myoides (Hautmuskel des Halses), zum M. stylohyoideus (Griffelzungenbeinmuskel), zum M. digastricus (und zwar zum hintern Bauche des zweibäuchigen Unterkiefermuskels) und bei Thieren auch zum M. stylomaxillaris (Griffelunterkiefermuskel). Bei Rüsselthieren ist der Rüsselast des N. faialis sehr stark entwickelt, beim Elephanten erreicht er die Stärke des menschlichen N. ischiadicus. Die Muskeln der Barthaare (Tasthaare) der Thiere erhalten gleichfalls Aeste vom Facialis.

Der Facialis bildet nach seinem Eintritte in den Fallopi'schen Kanal des Felsenbeines das Ganglion geniculi (Knieknoten), und entsendet daraus den N. petrosus superficialis major zum Ganglion sphenopalatinum (Keilbeingaumenknoten), von welchem die absteigenden Gaumennerven (Nn. palatini descendentes) zum Zäpfchen (Uvula) gehen und den Gaumenspanner (M. levator palati mollis) und den unpaarigen Zäpfchenmuskel (M. azygos uvulae) versorgen. Hinter dem Ganglion geniculi (Knieknoten) streicht ein Ast alsbald zum Steigbügelmuskel (M. stapedius).

Im Fallop'schen Kanale bekommt der Facialis sensible Fasern durch den N. petrosus superficialis major (grosser oberflächlicher Felsenbeinnerv) vom Trigeminus und verbindet sich nach seinem Austritte aus dem Foramen stylomastoideum (Griffelwarzenloch) mit vielen Trigeminus —, dann aber auch mit Vagus- und Cervicalnervenästen, so dass die Durchtrennung desselben blos innerhalb der Schädelhöhle schmerzlos ist.

Der Facialis führt ausserdem auch secretorische Fasern, und zwar zur Unterkiefer- und Unterzungenspeicheldrüse laufende, welche in der Bahn der Chorda tympani (Paukensaite) verlaufen. Die Chorda tympani, im Canalis Faloppii, hinter dem Ganglion geniculis entspringend. durchsetzt die Paukenhöhle und gelangt zwischen dem Stiele des Hammers und der langen Schenkel des Ambos in die Fissura Glaseri (Glaser'sche Spalte) von wo aus diese, das Schläfebein verlassend zum N. lingualis (Zungennerv vom III. Aste des Trigeminus) gelangt, mit demselben eine kurze Weile zusammen verläuft und dann als feines Stämmchen zum Ganglion submaxillare (Unterkieferknoten) und von da zur Submaxillardrüse gelangt.

Bei Durchschneidung des Facialis in der Schädelhöhle oder nach Lähmung infolge pathologischer Veränderungen tritt zuerst vollkommene Paralyse der entsprechenden Gesichtshälfte auf; die Stirne wird entrunzelt und das Auge bleibt geöffnet (Lagophtalmus, Hasenauge): das Gesicht und der Mundwinkel hängen herab, die Nasenöffnung erscheint verengt und bewegt sich beim Athmen nicht, das Zuspitzen des Mundes ist unmöglich. Beim Weinen oder Lachen fallen diese Verhältnisse noch deutlicher in's Auge, das Essen und Trinken ist erschwert, da sich die Lippen an der gelähmten Seite nicht schliessen und die Speise dem Munde entfällt; ebenso ist das Kauen sehr erschwert. Menschen und Affen stossen dann die Speisen mit den Händen zurück, die anderen Thiere müssen diesen Zustand belassen. Das Zäpfchen (Uvula) wird infolge Paralyse der Nerven zumeist gegen die gesunde Seite hingezogen. Der, auf die Secretion der Submaxillar- und Sublingualdrüsen gerichtete Reflex von den sensiblen Nerven der Mund- und Zungenschleimhaut bleibt bei Paralyse der Chorda tympani aus.

Wird jedoch der Facialis nach seinem Austritte aus der Schädelhöhle ausserhalb des Schläfebeines durchschnitten, so erfolgt blos Paralyse der Gesichtsmuskeln, während die im Fallopp'schen Kanale von demselben entspringenden (zum Läppchen und der Speicheldrüse ziehenden) Fasern intact beiben.

Bei Thieren, deren Nasenflügel bei Athmen sonst lebhaft thätig sind. bleiben solche an der operirten Seite unbeweglich und zufolge ihrer Knorpeln geöffnet. Bei den hauptsächlich durch die Nasenlöcher respirirenden (Kaninchen, Pferd) wird das Athmen nach der Operation sehr erschwert. Cl. Bernard meldet einen Fall, wo nach doppelseitiger Facialis-Durchschneidung das Pferd erstickte, und erklärt diesen Umstand damit, dass — da die Nasenflügel des Pferdes keinen Knorpel besitzen — während der Inspiration in den Lungen und den Nasenhöhlen ein negativer Druck eintrat, und nun durch den stärkern äussern Druck die Ränder der Nasenflügel aneinandergepresst. den Eingang klappenförmig verschlossen, worauf die durch die Mundöffnung nicht constant zu athmen vermögenden Pferde nothwendigerweise den Erstickungstod erlitten.

Ellenberger sah jedoch bei seinen neuesten Untersuchungen an sonst gesunden Pferden den Tod selten auf Facialis-Durchschneidung eintreten. Ferner hängt bei einseitiger Durchtrennung desselben das Ohr des Pferdes, Hundes oder Kaninchens wegen eingetretener Lähmung der Muskeln des äussern Ohres, herab. Daneben zeigen die Thiere wegen Paralyse des den M. tensor tympani (Spannmuskel des Trommelfelles) versorgenden Nervenzweiges gesteigerte Empfindlichkeit gegen Geräusche.

Infolge Lähmung des Orbicularis können bei Facialislähmung ebenso wie bei solcher des Trigeminus, Fremdkörper in das Auge gelangen, da die Augenlider sich nicht schliessen, und kommen hiebei oft Augenentzündungen zu Stande, ohne dass das Auge, wie bei Durchschneidung des Trigeminus, zu Grunde geht.

Die Reizung des *Gehörnerven* (Nervus acusticus VIII) ist nach Magendie schmerzlos. Bernard und Schiff beobachteten nach Durchschneidung desselben gleichfalls nie Schmerzen, wenn der Trigeminus verschont blieb; Brown-Séquard hielt ihn für empfindlich, nach Budge ist dies zweifelhaft. Der N. acusticus stellt den percipirenden Nerv für das Gehör dar.

Aus den interessanten Untersuchungen von Högyes erhellt, dass bei Erregbarkeit der Ampullenäste (Rami ampullares) des N. acusticus und des Nervenmechanismus die sogenannten associirten Augenbewegungen miteinander in engerm Zusammenhange stehen (s. Seite 688).

Der *Zungenschlundkopfnerv* (Nervus glossopharyngeus. IX) ist gemischten Charakters, und entspringt aus den Funiculi teretes am Boden der Rautengrube. An seiner hintern sensiblen Wurzel am Foramen jugulare, — wie gewöhnlich an den Rückenmarksnerven — sitzt ein Ganglion, das G. Ehrenritteri; beim Austritte aus dem Foramen der Felsenbeinknoten (Gangl. petrosum seu Anderschii). Derselbe stellt den Geschmacksnerven für die hinteren Parthieen der Zunge dar. — Die Fasern desselben endigen in den umwallten Papillen (Papillae circumvallatae), doch ist anzunehmen, dass einzelne Aeste desselben sich an den Gaumensegeln, welche ebenfalls Geschmacksempfindung zu besitzen scheinen, vertheilen (s. Physiologie des Geschmacksorgans.) Ausserdem gilt er als sensibler Nerv für die Zungenwurzel, die Gaumensegel, die Mandeln und die vordere Fläche des Kehldeckels. Reizung der Geschmacksfasern desselben ruft auf dem Wege des Reflexes Speichelabsonderung hervor, während eine Erregung der sensiblen Fasern am weichen Gaumen und dem Kehldeckel im verlängerten Marke auf Reflexwege entstehende Schlingbewegungen hervorbringt. Die motorische Bahn dieses letztern Reflexmechanismus wird durch die motorischen Fasern des N. glossopharyngeus (Ramus pharyngo-basilaris) dargestellt, welche zum Hebemuskel des weichen Gaumens (M. levator palati mollis), zu den Mm. Azygos uvulae, Stylohyoideus, Stylopharyngeus und dem M. constrictor faucium medius hinziehen. Diese Muskeln werden überdies vom Ramus pharyngeus des Vagus, welcher überdies auch zum Musc. constrictor faucium superior et inferior geht, versorgt. Der M. stylo-glossus (Griffelzungennerv) wird durch den N. hypoglossus (Unterzungennerv) innervirt.

Schliesslich ist der N. glossopharyngeus auch der secretorische Nerv für die Ohrspeicheldrüse. Seine diesbezüglichen Fasern gehen mitsammt dem Aste des sogen. N. Jacobsonii zur Paukenhöhle, durch deren Deckel sie zum Nervus petrosus superficialis minor eilen, und mit demselben zum Ganglion oticum laufen, von woher sie mit dem Ramus auriculo temporalis vom Trigeminus zur Parotis gelangen.

Elektrische Reizung des N. Jacobsonii (in der geöffneten Paukenhöhle) bewirkt beim Hunde Secretion dünnflüssigen, reichlichen, an festen Bestandtheilen armen Parotisspeichels. Dasselbe erfolgt bei reflectorischem Reize in der Mundhöhle, z. B. Betupfen der Schleimhaut mit Essigsäure; in diesem Falle bildet der N. lingualis vom Trigeminus und dem Glosso-

pharyngeus die sensible Bahn, das Centrum aber wird von dem Glossopharyngeuskerne in der Medulla oblongata hergestellt.

Der *Unterzungennerv* (Nervus hypoglossus, XII) aus dem Funiculus teres dem Boden des 4. Hirnventrikels entspringend, bricht zwischen den Pyramiden der Medulla und den Oliven durch, und ist ein rein motorischer Nerv für die specielle Muskulatur der Zunge und zwar des M. genioglossus (Kinn-Zungenmuskel) M. hypoglossus (Zungenbein-Zungenmuskel) und des M. Styloglossus (Griffel-Zungenmuskel). Der absteigende Ast desselben versorgt den M. sternohyoideus (Brustbein-Zungenbeinmuskel), den M. sternothyreoideus (Brustbein-Schildknorpelmuskel) und den M. omohyoideus, (Schulterblatt-Zungenbeinmuskel), durch welche der Kehlkopf nach unten gezogen wird.

Bei doppelseitiger Durchtrennung des Hypoglossus können Hunde infolge Lähmung der Zungenmuskeln weder saufen noch fressen, indem der Bissen aus dem Munde fällt, weil er nicht gegen den Schlund gebracht werden kann.

Der Hypoglossus ist durch seinen absteigenden Ast am Halse mit dem Trigeminus und Vagus in Verbindung, erhält dadurch periphere sensible Fasern, worin auch der Grund liegt, dass bei Durchschneidung des Halstheiles vom Hypoglossus Schmerzen am Halse auftreten; welche hingegen bei Durchschneidung des Nerven in der Schädelhöhle. oder aber an seiner Austrittsstelle aus dem Foramen condyloideum, fehlen.

Der *herumschweifende oder Lungen-Magennerv* (Nervus vagus, X) entspringt aus der Medulla oblongata in der Furche zwischen den Oliven und dem Corp. restiforme; hängt in der Drosseladeröffnung (Foramen jugulare) mit dem Ganglion jugulare zusammen, während er unterhalb am Halse mit den Nn. glossopharyngeus, accessorius und hypoglossus, mittelst zahlreicher Anastomosen den Plexus nodosus seu gangliiformis darstellt.

Der *Beinerv* (Nervus accessorius, XI) kann als Rückenmarksnerv im eigentlichen Sinne aufgefasst werden, und entstammt theilweise aus dem verlängerten-, theilweise aus dem Rückenmarke, indem er abwärts bis von dem 6. und 7. Halswirbel, in manchen Fällen auch von darunter belegenen Parthieen Wurzeln erhält, aus denen dann der Plexus cervicalis entspringt. wobei diese Wurzeln — wie am Pferde — eine beträchliche Länge besitzen können. Anfänglich steigt er als rein motorischer Nerv durch das Foramen magnum (grosse Hinterhauptsloch) in die Schädelhöhle, und gesellt sich zum Vagus — woher sein Name —, verlässt mit diesem die Schädelhöhle durch das Foramen jugulare (Drosseladerloch), in welchem er sich in zwei Aeste theilt, deren vorderer mittelst Vermittelung des Plexus nodosus zum Vagus gelangt, der hintere aber den M. sternocleidomastoideus (Kopfnicker) und die hinteren Parthieen des M. cucullaris (Kappenmuskel) versorgt. Der mit dem vordern Accessorius-Aste vereinigte Vagus versieht eine zahlreiche Muskelgruppe und zwar: die Mm. levatores palati mollis (Gaumenheber), Azygos uvulae, Constrictores faucium, Thyreo-hyoideus, die Muskeln des Oesophagus, des Larynx und schliesslich den Magen. Der obere Kehlkopfnerv (N. laryngeus superior), der mit zwei Wurzeln aus dem Plexus nodosus und dem obersten Ganglion des Sympathicus entspringt, geht zum Musc. cricothyreoideus, dem die Spannung der Stimmbänder, das Heben der Stimme obliegt. Die übrigen Kehlkopfmuskeln versieht sämmtlich der untere Kehlkopfnerv (N. laryngeus inf. vel recurrens nervi vagi), welcher vom Vagus sich erst in der Brusthöhle abzweigend rechterseits um die Arteria subclavia (Schlüsselbeinarterie), linkerseits um den Aortenbogen herum hinter der Trachea an die Speiseröhre anlegt, um nach aufwärts am Halse zum Kehlkopfe zu dringen. Von demselben Nerv werden die Mm. crico-arythaenoidei postici, welche zum Erweitern der Stimmritze und bei schwerem Athmen als Hilfsmuskel dienen, versehen.

Die motorischen Fasern des N. recurrens stammen (beim Kaninchen, Hund und Pferde) vom N. accessorius; nach dessen Durchschneidung die Stimmbänder sich nicht mehr in dem Maasse activ bewegen, als bei Durchtrennung der Nn. recurrentes. Der N. laryngeus superior versieht ausserdem die Schleimhaut des Larynx mit sensiblen Fasern und bildet die sensible Bahn für den Hustenreflex. Ausserdem enthält der Vagus sensible Fasern für die Ohrmuschel (N. auricularis vagi), den Schlund, die Speiseröhre, die Trachea, die Bronchien, die Lungen und den Magen. Ueberdies leitet der Magen allgemeine Empfindungen, so Hunger, Durst und Vollsein (Gesättigtsein). — Reizung der sensiblen Fasern des Vagus (in der Luftröhre, den Bronchien, und den Lungen) löst Hustbewegungen aus, ebenso Reizung der durch den N. laryngeus superior versorgten Kehlkopfschleimhaut, der Zungenwurzel, oder des Kehldeckels, ferner auch Erregung des centralen Stumpf des N. laryngeus superior mittelst elektrischen Stromes. Husten entsteht auch schliesslich durch (mechanische) Reizung der tieferen Parthieen des äussern Gehörganges, oder der Nasenhöhlenschleimhaut.

Bei Auslösung des Schlingreflexes bietet ausser dem Glossopharyngeus und Hypoglossus auch noch der Vagus, motorische Bahnen, insofern auch durch die genannten Nerven die Gaumensegel, das Zäpfchen und der M. constrictor faucium medius; durch die letzteren allein der M. constrictor faucium superior, et inferior versehen werden.

Nach Durchschneidung des Vagus an beiden Seiten des Halses sterben Vögel nach 6—7, Kaninchen nach 24—26 Stunden, Hunde nach 4—5 Tagen. Junge Thiere sterben bereits auf Durchtrennung der Nn. recurrentes (Legallois). Der Tod solcher Thiere erfolgt durch Verschluss der Stimmritze; wird an denselben die Tracheotomie ausgeführt, so bleiben sie am Leben. (Ueber die Wirkung des Vagus auf die Respiration, Blutcirculation und Ernährungsorgane vgl. die betreffenden Abschnitte).

Function des sympathischen Nervensystems.

Die Abhandlung der Functionen des sympathischen Nervensystems findet sich in früheren Abschnitten des ersten Theiles der speciellen Physiologie; als Nachtrag hiezu diene noch folgendes:

Der Sympathicus als Centralorgan regulirt die Bewegungen der Därme, vielleicht des Uterus, des Urethers, der Blase und des Herzens.

Bezüglich der Bewegungen des Uterus und der Blase ist die Einwirkung des Sympathicus auf diese noch nicht mit Sicherheit erwiesen. Aus früheren Darstellungen ist bekannt, dass die motorischen Centren für den Uterus und die Blase im Lendentheile des Rückenmarkes vorfindlich sind; doch contrahiren sich dieselben, trotz ausgeführter Durchschneidung sämmtlicher Rückenmarksfasern infolge Reizung durch Erstickungsblut, so dass die im Gewebe dieser Organe befindlichen Ganglien zur Auslösung der Bewegungen dienen können. Zum Schliessmuskel der Blase ziehen ausser dem 3.—5. Sacralnerven noch sympathische Fasern, welche aus dem Plexus hypogastricus inferior entstammen, zu den Ureteren laufen Fasern aus dem Plexus renalis und hypogastricus. Die Bewegung der Ure-

teren erfolgt demnach ausschliesslich über Einwirkung des sympathischen Nervensystems.

Die bei Krankheiten innerer Organe auftretenden Schmerzen werden durch das sympathische Nervensystem weiter fortgeleitet, so die Herz-, Kolik- und die Schmerzen der andern Bauchorgane. Hiebei fungirt der Sympathicus als Leitungsnerv.

Nach Durchschneidung des Halssympathicus (der bei vielen Thieren zusammen mit dem Vagus verläuft) degenerirt beim Vagus der Theil oberhalb, beim Sympathicus der Theil unterhalb der Durchtrennungsstelle; zum Beweise: dass das Vaguscentrum in den höheren Centralorganen belegen ist, während dasjenige des Sympathicus an der Peripherie liegt. Wird beim Kaninchen der Sympathicus — (der an diesem Thiere gesondert vom Vagus verläuft) — am Halse durchtrennt, so verengt sich die Pupille an der verletzten Seite bis auf Stecknadelkopfgrösse; entgegengesetzt, wenn der periphere (gegen den Kopf gerichtete) Theil des Sympathicus mittelst elektrischen Stromes gereizt wird, so dehnt sich die Pupille im höchsten Grade aus. (Dieses Experiment gelingt besonders in der Dunkelheit schön, da bei Licht die Pupille bereits etwas contrahirt ist.)

Es ist bekannt, dass der Muskel zur Verengerung der Pupille von N. oculomotorius innervirt, und auf diese Weise die Verengerung der Pupille ausgelöst wird. Doch ziehen auf dem Wege des Plexus caroticus externus vom Sympathicus Fasern zum M. dilatator pupillae. Wird nun der Oculomotorius durchtrennt, oder der Sympathicus gereizt, so dilatirt sich die Pupille; bei Durchschneidung des Sympathicus oder Reizung des Oculomotorius wird dieselbe jedoch verengt. Daraus folgt, dass beide Nerven die von ihnen versorgten Muskeln in einem constanten mässigen Contractionszustande — dem sogen. Tonus — erhalten, so dass bei Durchschneidung des einen Nerven die Contraction des von dem andern versehenen Muskels intensiver, ausgiebiger wird. Diese Wirkung kommt übrigens nicht unmittelbar dem Sympathicus, sondern auch dem verlängerten- und dem Halsrückenmarke (nach Budge auch dem Rückenmarke bis zur 3. Brustwirbelgegend) zu (vgl. Function des Rückenmarkes).

Als pupillenerweiternde Substanz (Mydriatica) gelten: das Atropin; als verengernde das Alcaloid der Calabarbohne (Eserin, Physostigmin), das Nicotin und Morphium. Bei Erstickung dilatirt sich die Pupille.

(Ueber Einwirkung des *Sympathicus* auf das Herz und die vasomotorischen Eigenschaften vgl. Seite 330 und 336.)

Der Sympathicus führt schliesslich auch secretorische Fasern, worüber an anderer Stelle bereits abgehandelt wurde.

IV. Abtheilung.

Physiologie der Fortpflanzung.

Formen der Zeugung.

Fortpflanzung durch Geschlechtsorgane.

Die zur Zeugung nothwendigen männlichen und weiblichen Geschlechtsorgane sind bei den Thieren höherer Ordnung in zwei Individuen mit gesondertem Geschlechte vorhanden (getheiltes Geschlechtsleben); doch gibt es auch Thiere, bei welchen sich sowohl die männlichen, als auch die weiblichen Geschlechtsorgane in einem Individuum vorfinden (Hermaphroditismus).

1. Unter Zeugung mit getheilten Geschlechtern versteht man eine solche, wo zur Befruchtung zwei Individuen verschiedenen Geschlechtes: ein männliches und ein weibliches Thier derselben Gattung oder Art nöthig sind.

(Hieher gehören: der Mensch, die Säugethiere, Vögel, Amphibien, Fische, viele Gliederthiere, endlich zahlreiche Thiere niedriger Ordnungen.)

2. Unter hermaphroditischer Zeugung umfasst man diejenige, wenn an einem Individuum sowohl die männlichen, als auch die weiblichen Geschlechtsorgane ausgebildet vorhanden; ein solches Thier entweder sich selbst, oder zwei derselben sich wechselseitig zu befruchten im Stande sind. Dies kömmt gewöhnlich blos bei Thieren niedriger Ordnung, welche selten oder geradezu nie zur Paarung gelangen, vor [Band- und andere Würmer (Trematoden, Cirripedien)].

Bei höheren Thieren findet sich ebenfalls Hermaphroditismus. [Einzelne Fischarten (Serranus, Cyprinus carpio u. s. w.) und einige Batrachier].

Beim Menschen und den Säugethieren kommt Hermaphroditismus selten; vollkommener Hermaphroditismus, — wo sowohl die äusseren als auch die inneren Geschlechtsorgane vollkommen und gleichmässig ausgebildet erscheinen — kaum vor. Bei den Zwitterbildungen, sowohl beim Menschen als auch den höheren Thieren, ist eine Art der Geschlechtstheile stets im Uebergewichte ausgebildet.

Die hermaphroditische Zeugung kann ferner eine zweifache sein, und zwar selbständig oder wechselseitig. Man nennt die hermaphroditische Zeugung selbständig, wenn in einem Individuum sowohl männliche als auch weibliche Geschlechtsorgane ausgebildet sind und das Thier seine Eier selbst be-

fruchtet (Taenien, Trematoden, Cirripeden); und wechselseitig, wenn das Thier, trotzdem es sowohl männliche als weibliche Genitalien besitzt, seine Eier nicht selbst befruchten kann, sondern dazu zwei Individuen nöthig werden, wie z. B. bei den Gasteropoden (Schnecke).

Bei Thieren niedriger Ordnung (vielen Käfern) findet sich ausserdem eine bemerkenswerthe Art der Zeugung, die sogen. Parthenogenesis; darin bestehend, dass die Entstehung der Nachkommen auch ohne Samen aus dem Ei erfolgt. Als Beispiel hiefür dienen die Bienen. Es paart sich die Königin gelegentlich des Schwärmens („Hochzeitsflug") und bewahrt den Samen in grösserer Menge in der Samentasche (Receptaculum seminis) längere Zeit hindurch. Wenn sie nun ihre Eier niederlegt, so befruchtet sie dieselben nach Belieben und kann dadurch die Entwickelung verschiedenartiger Bienen hervorrufen; es werden dann aus den befruchteten: die Arbeitsbienen (Weibchen), aus den unbefruchteten: hingegen die Drohnen (Männchen). Ausser bei den Bienen ist die Parthenogenesis noch für die Blattwespe (Nematus ventricosus), die Reblaus (Phylloxera vastatrix) und noch mehrere Thiere erwiesen.

Anzuführen wäre ferner noch die sogen. abwechselnde Zeugung (Generatio alternans, Metagenesis), bei welcher die mit Geschlechtsorganen versehenen Eltern Nachkommen erzeugen, welche jedoch den Eltern nicht gleichen, auch sich nicht durch Genitalien, sondern Theilung, Knospung u. s. f. vermehren. Erst die 5.—6. Generation gleicht dann wieder den Voreltern, ist mit Geschlechtsorganen versehen und erzeugt Nachkommen. Diese Art der Zeugung ist in den unteren Klassen der Thierwelt sehr verbreitet. Oft gehen diese auf ihrer Wanderung aus einem Thiere in ein zweites, oder aus dem Thiere in den Menschen über, bis deren Entwickelung vollendet wird. Hieher zählen die Trichinen, Distomen u. A. m.

Unter Metamorphosis verstehen wir jenen, in einzelnen Thierklassen stattfindenden Process, bei welchem aus dem Ei nach der Befruchtung sich eine Larve (Raupe), aus dieser dann die Puppe entwickelt, aus welcher schliesslich sich das fertige Thier auslöst. Die meisten Repräsentanten hiefür findet man unter den Insecten (Fliege, Seidenwurm u. s. w.)

Fortpflanzung ohne Geschlechtsorgane.

Fortpflanzung durch Theilung kommt an vielen Protozoën (Amöben, Infusorien) zu Stande. Durch Knospung vermehren sich die Polypen, aber auch Infusorien (Vorticella). Vermehrung durch innere Knospenbildung und Ablösung wurde an Rhizopoden beobachtet. In einzelnen, sich durch Theilung oder Knospenbildung vermehrenden Thieren, wurden

Samenfäden und Eibildung ebenfalls gesehen (Polypen, Infusorien), so dass diese sich theils aus Genitalproducten, theils ohne solche fortpflanzen.

Unter Conjugation versteht man eine Zeugungsform, bei welcher zwei gesonderte Thiere in eines eingekapselt werden, und sich aus beiden Thierkörpern eine formlose Masse bildet, aus welcher zahlreiche Blasen entspringen, in deren jeder einzelnen viele kahnförmige Gebilde entstehen, aus welchen amöbenartige Wesen werden, welche einen Kern und eine Hülle erhaltend dem Mutterthiere gleichen (Gregarina).

Die Urzeugung (Generatio aequivoca, s. spontanea) stellt eine Form der Selbstbildung dar, nach welcher aus zersetzten organischen Substanzatomen neue lebende Wesen selbständig erwachsen sollen. Diese Art der Generation wird von Einigen für die auf der untersten Stufe der Entwickelung befindlichen Wesen, die Prototisten, angenommen. Obschon anerkannte Autoritäten für dieselbe sprechen, steht dieser Meinung diejenige nicht weniger hervorragender Forscher entgegen.

Anabiosis ist jene merkwürdige Erscheinung, dass einzelne, ziemlich hoch organisirte Wirbellose (Gordius, Anguillula, Tardigrada; Rotatoria) durch längere Zeit ausgetrocknet bleiben, ja bis auf 140° C. erhitzt werden können, um befeuchtet wieder zum Leben zu erwachen (Doyère).

Structur der Geschlechtsorgane und deren Producte.

Structur der männlichen Geschlechtsorgane.

Die männlichen Geschlechtsorgane beim Menschen und den Säugethieren bestehen aus den Hoden, den in die Harnröhre mündenden Ausführungsgängen, den Begattungs- und den accessorischen Theilen. Zu letzteren zählt man: die unpaarige Vorsteherdrüse (Prostata), die paarigen Cowperschen Drüsen und schliesslich die Samenbläschen.

Der Hoden (Testis, Testiculus) ist eine aus Hoden- oder Samenkanälchen (Tubuli seminales) zusammengesetzte Drüse, an welcher ausserdem der Nebenhoden (Epididymis) vorhanden ist. Derselbe ist mit mehrschichtigen Hüllen versehen, und zwar a) die weisse oder Faserhaut (Tunica propria vel albuginea testis); eine dicke faserige, das Parenchym des Hodens überdeckende, weisse Membran, auf welche b) die sogen. besondere Scheidenhaut (Tunica vaginalis propria) folgt, an welcher man eine innere Schichte, die sogen. Tunica adnata zu unterscheiden pflegt, letztere kann übrigens von der Albuginea nicht gesondert unterschieden werden. Diese beiden Haupthüllen werden am Hoden und dem Samenleiter durch die gemeinsame Scheidenhaut (Tunica vaginalis communis),

eine starke Faserhaut umfasst, zwischen welcher und der T. vaginalis propria glatte Muskelfasern vorhanden sind, während aussen sich der aus quergestreiften Fasern gebildete Hodenrunzelmuskel (M. cremaster) ausbreitet. Die gemeinsame Scheidenhaut ist an die Muskelschichte des Hodensackes, an die sogen. Tunica dartos (Fleischhaut des Hodensacks) angeheftet, welche wieder von einer fettreichen, dünnen Haut bedeckt wird.

Die Hoden (Testes, Orchides, Didymi) (Fig. 184) werden durch zahlreiche faserige Bindegewebsscheidewände in mehrere kegelförmige Lappen abgetheilt, welche an den oberen Parthieen des Hodens in einen kegelförmigen Knäuel, den Highmor'schen Körper (Corpus Highmori, *H*) übergehen. Jeder Lappen ist aus langen, aufgeknäuelten und gewundenen Kanälchen (Hodenkanälchen [*hc*]) zusammengesetzt, welche sich verzweigen, an einzelnen Stellen anastomosiren und mit ihren Enden Schlingen bilden, jedoch nicht blind endigen (Mihálkovics). Die gewundenen weiteren Samenkanälchen (Fig. 185, *cc*) gehen an der Spitze der Lappen in dünnere, gerade verlaufende, mit Cylinderzellen ausgekleidete Röhren (Ductuli vel tubuli recti) (*e*), über, welche bei ihrem Eintritte in das Corpus Highmori (*H*) sich wieder verbreitern (an der Wand mit Plattenzellen versehen werden), und mit den übrigen communicirenden Röhren ein Netzwerk (Rete testis, Hodennetz) bilden.

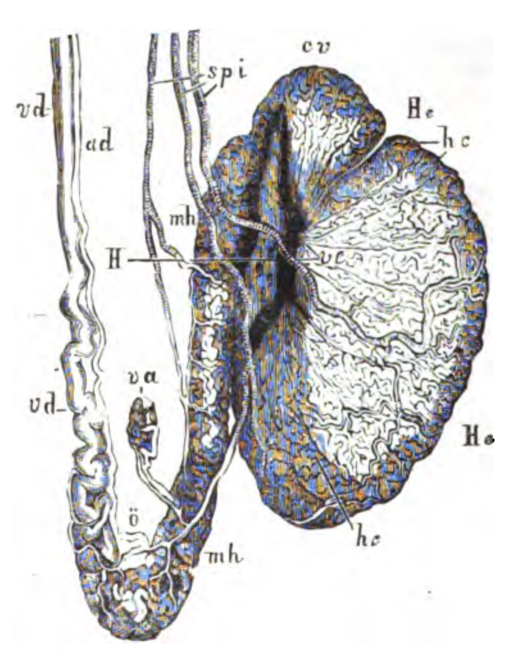


Fig. 184. Hoden des Mannes nach Arnold. *He* — Hoden (Testiculus); *hc* — Hodencanälchen; *ve* — feinere u. gröbere Blutgefässe, sich am Hoden verzweigend; *H* — Highmorscher Körper; *mh* — Nebenhoden; *cv* — Coni vasculosi; *spi* — Aeste der Arteria spermatica interna; *vd* — Vas deferens; *ad* — Arteria deferentialis; *va* — Vas aberrans Halleri; *ö* — Anastomose zwischen der Art. spermatica interna und Art. deferentialis.

Aus dem Highmor'schen Körper entwickeln sich abermals weitere Gänge, die sog. Vascula efferentia, welche anfänglich mit Cylinderzellen ausgekleidet gerade verlaufen und die Tunica albuginea durchbohrend sich auf's Neue verengern, dann zahl-

reiche Windungen bilden und sich zu mehreren kegelförmigen Läppchen zusammensetzen, welche als Gefässkegel (Coni vasculosi) (Fig. 184, *cv*) bezeichnet, den sogen. Kopf des Nebenhodens (Caput epididymidis [*mh*]) darstellen. Die von hier aus sich sammelnden Röhrchen übergehen in eine 0·3 bis 0·45 mm breite, bei grösseren Thieren aus noch weitere, oft und vielfach gewundene Röhre, welche als Körper und Schwanz des Nebenhodens (Corpus et cauda epididymidis) (*mh*

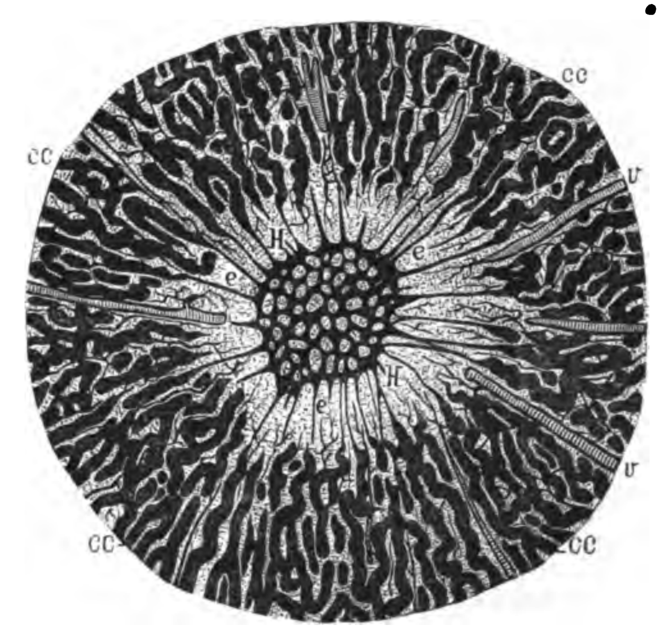


Fig. 185. Durchschnitt des Hodens durch das Corpus Highmori; *H* = Corp. Highmori; *cc* = gewundene Samenkanälchen; *e* = gerade Samenkanälchen; *v* = Blutgefässe im interlobularen Bindegewebe (nach Mihálkovics).

unten) bezeichnet wird, und nach immer stetig gestrecktem Verlaufe den Namen des Samenleiters (Vas deferens [*vd*]) erhält. Dieser ist öfter mit einem blind endigenden Nebenzweige, dem sogen. Haller'schen Nebengange (Vas aberrans Halleri [*va*]) versehen.

Die Lücken des die Hodenkanälchen zusammenhaltenden Bindegewebes sind mit kernhaltigen Platten ausgekleidet (Endothelplatten, Mihálkovics). Ausserdem sind im Bindegewebe selbst — besonders im Hoden des Menschen und der Säugethiere deutlich ausgeprägt — sogen. interstitielle Zellen eingestreut, oder zu Gruppen angeordnet, und die Gefässe umhüllend (Mihálkovics). In den grösseren Zwischenräumen des Bindegewebes

verlaufen die Hodenkanälchen (Fig. 186, *hc*), mit nachstehender Structur.

Die unter der Tunica albuginea zu Schlingen angeordneten Hodenkanälchen laufen gewunden gegen das Corpus Highmori und sind an den Seitenwänden mit kleinen knospenartigen Ausbuchtungen versehen. Einzelne der parallel miteinander ziehenden Röhrchen anastomosiren durch Nebenästchen; beim Hunde bilden die Hodenkanälchen ein abgeschlossenes Netzwerk, dessen Endäste durch Schlingen miteinander verbunden sind (Mihálkovics). Die Endschlingen verbinden im Hoden des Hundes blos die Kanälchen eines Lappens, während bei demjenigen des Menschen die Nachbarläppchen gleichfalls durch einzelne Schlingen in Communication treten. Im Hoden der Ratte liegen die Hodenkanälchen als gleichmässig vertheilte Schlingen, haben aber — ähnlich wie beim Hunde — einzelne Anastomosen.

Die Wandungen der Kanälchen bestehen aus mehrschichtigen, aus flachen Endothelzellen gebildeten Platten. Die einzelnen Plättchen werden von kleineren und grösseren Oeffnungen durchbohrt, die dazwischen befindlichen Hohlräume communiciren miteinander; die innerste Lamelle ist jedoch undurchlöchert und kann als Membrana propria aufgefasst werden (Mihálkovics). Beim Menschen sind diese Wandungen mehrgeschichtet und dick; bei einzelnen Thieren (Maus, Ratte) sind jedoch die Wandungen blos durch eine Membran gebildet.

Die geraden Kanälchen (Tubuli recti) zeigen, nach den Untersuchungen von Mihálkovics, eine verschiedene Anordnung der Wände und des Epithels, als die gewundenen Kanälchen, deren Fortsetzung sie eigentlich darstellen, und im Bindegewebe des Corpus Highmori oder im untersten Ende des Septum belegen gefunden werden; auch sind sie um vieles dünner, als die gewundenen Hodenkanälchen. Am deutlichsten gelangen diese Verhältnisse am Hoden des Stieres zur Anschauung. Hier besteht das Epithel aus sehr niedrigen Cylinderzellen. Bei der Katze erscheint das Epithel bereits höher; im Uebrigen sind die Verhältnisse denen im Hoden des Menschen und des Stieres gleich, nur besitzt der Hoden des Menschen weniger gerade Hodenkanälchen; noch geringer ist die Zahl derselben beim Hunde. Bei jenen Thieren, denen das Corpus Highmori fehlt (Ratte und Vögel), gehen die gewundenen Kanälchen direct in die geraden, diese aber in die Vasa efferentia über.

Wir schliessen uns — nach der mitgetheilten Structur der Hodenkanälchen — vollinhaltlich der Ansicht von Mihálkovics an, dass die Bildung des Samens in den gewundenen Samenkanälchen erfolgt, während die geraden daran nicht betheiligt sind, sondern blos als ableitende Röhren fungiren. Die Kanälchen des im Corpus Highmori verzweigten Hodenreticulums

sind nicht mit Cylinderzellen, sondern mit Plattenepithel ausgekleidet (Mihálkovics), doch findet man am Ende des Reticulums, als Uebergang zu dem Cylinderepithel des Nebenhodens, wieder cylindrische Zellen.

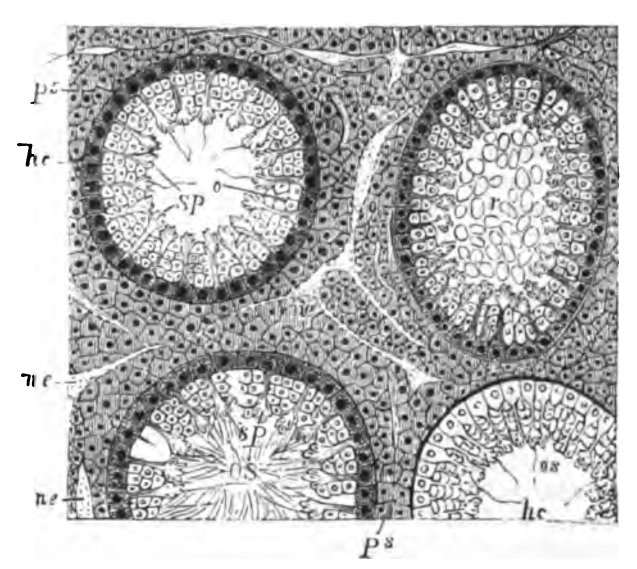


Fig. 186. **Durchschnitt der Hodenkanälchen sammt dem interstitiellen Bindegewebe (nach Mihálkovics).** *hc* = Hodenkanälchen; *ps* = Plasma- oder interstitielle (Bindegewebs-) Zellen; *ne* = Lymphgefässe; *sp* = Spermatoblasten; *o* = Samenzellen; *os* u. *OS* = Samenfäden; *r* = Reticulum im Hodenkanal.

Bezüglich des Inhaltes der Hodenkanälchen ist der jeweilige Zustand der Drüse, ob ruhend oder functionirend, zu beachten. In der ruhenden Drüse können die an den Wänden der Hodenkanälchen angebrachten epithelartigen Gebilde als Epithel angesprochen werden; die übrigen, den Kanal ausfüllenden Zellen bezeichnen wir mit Mihálkovics als neutrale Samenzellen. Letztere erfüllen das Hodenkanälchen entweder gänzlich, oder sind von Räumen durchsetzt, in welchen theils Samenfäden, theils Eiweisskugeln Platz finden; manchmal findet man eine geronnene Substanz, oder ein Netzwerk, welches dem zwischen den Samenzellen befindlichen, sehr ähnelt. Diese Netzwerke (Reticula) hält Mihálkovics den von Sertoli als verzweigten, oder den von Merkel als Stützzellen beschriebenen Gebilden ähnlich, oder auch für identisch. Das als Keimnetzwerk benannte Gebilde stellt sich — nach Mihálkovics und Frey — gleichfalls als Gerinnsel dar, obschon Neumann daraus die Entstehung von Spermatoblasten annahm.

Die Samenfäden werden nach Ebner, Mihálkovics, Frey

u. A. aus den sogen. Spermatoblasten gebildet. Letztere entstammen den äussersten, epithelartigen, die Drüsenmembran der Kanälchen bedeckenden Gebilden. Der Uebergang derselben in Spermatoblasten geschieht (nach den Untersuchungen von Mihálkovics) beim Kater auf folgende Art:

Zur Brunstzeit werden die Zellen der Hodenkanälchenwandung zuvor cubisch, und wachsen immer mehr zu cylinderartigen, mit breiter Basis und dünn ausgezogenem Halstheile versehenen Zellen aus, während gegen das Lumen des Kanälchens daraus verschiedene kolbige und mehrfach getheilte Endästchen entspringen, aus deren jedem einzelnen, abgeschnürten Theile ein Samenfaden derartig entsteht, dass sich in demselben ein Kern bildet, welcher den Kopf des Samenfadens vorstellt, während aus dem kleinen Protoplasmaläppchen der Schwanz wird (Fig. 186 *sp*). Von diesem Entwickelungsgange der genannten Gebilde, — die wir mit Ebner, Neumann, Mihálkovics u. A. gleichfalls als Spermatoblasten bezeichnen — konnten wir uns sowohl an Präparaten von Mihálkovics, als auch an eigenen zu wiederholten Malen Ueberzeugung verschaffen.

Es herrscht demnach zwischen der Bildung von Ei und Samenfaden theils eine Uebereinstimmung, theils ein Unterschied. Die Aehnlichkeit beider beruht in dem Ursprunge aus Epithel, der Unterschied darin, dass der Samenfaden blos aus einem Theile, während das Ei aus der ganzen Epithelzelle gebildet wird.

Das functionirende Hodenkanälchen besitzt ausser den Spermatoblasten noch neutrale Samenzellen (*o*), welche zu 3—4 radiär zwischen die Spermatoblasten eingesetzt liegen. Diese Samenzellen gehen bereits in den Hodenkanälchen selbst zu Grunde und bilden den flüssigen Bestandtheil des Samens; einzelne jedoch werden im Hodenreticulum, auch zeitweilig im Nebenhodenkanale gefunden, wie dies Verfasser oft im, aus dem Nebenhoden gepressten Samen des Pferdes zu beobachten Gelegenheit hatte.

Ueber das Bindegewebe des Hodens finden sich die Angaben bereits oben. Die Lymphgefässe des Hodens — deren Endothelauskleidung von Tommasi durch Silberimprägnation erwiesen wurde — stehen mit den gleichfalls mit Endothelzellen ausgekleideten Spalträumen des Bindegewebes zwischen den Hodenkanälen in Verbindung. In den Wandungen des Hodenkanälchens selbst finden sich — nach der Darstellung von Mihálkovics — ebenfalls Lymphräume zwischen den, die ersteren darstellenden Lamellen, welche durch zwischen die Endothelzellen angebrachte Oeffnungen mit den Lymphwegen in Zusammenhang stehen.

Blutgefässe des Hodens. Nach Durchtritt der Arteria spermatica interna durch die Hodenhülle, an welche sie einige gewunden verlaufende Aestchen abgibt, verzweigt sich dieselbe von beiden Seiten in der Hoden-Substanz. Die meisten Aeste gelangen an die innere Fläche der Albuginea, der geringere Theil an das Corpus Highmori. Von beiden Orten aus treten die Gefässe in die interlobulären Septa (Fig. 185 *v*) und in die Basis der Läppchen, worauf die von hier entspringenden Capillar-

netze zu den Hodenkanälchen-Wandungen ziehen und letztere ringförmig umspinnen.

Die im Nebenhoden befindlichen zahlreichen Arterienäste geben zahlreiche Seitenzweige ab, welche sich entweder theilen, oder in ein Capillarnetz umgewandelt werden, welches dann an der innern Wand des Kanales, unmittelbar unter dem Cylinderepithel ein dichtes Netzwerk bildet. Man sieht dies — nach Mihálkovics, dem wir die präcise Kenntniss des Gefässverlaufes im Nebenhoden verdanken — am besten an grösseren Thieren, deren Nebenhodenkanal mit einer starken Muskelwandung versehen ist. Mihálkovics folgert aus dieser Anordnung, dass die Aufgabe des Nebenhodens die Bereitung von Secretionsflüssigkeit für den Samen ist, da ein so dichtes, unter dem Epithel belegenes Gefässnetz für ein ableitendes Rohr nicht nothwendig wäre. Ebenso wäre es — nach demselben Verfasser — nicht unmöglich, dass die, nach Entzündungen des Nebenhodens auftretende Sterilität — trotzdem der Hoden selbst nicht alterirt ist — auf Sistirung der physiologischen Function dieses Organes, speciell auf Zerstörung des capillären Gefässnetzes zurückzuführen sei. Die Kanäle des Nebenhodens sind mit Flimmerepithel ausgekleidet. Flimmerfortsätze finden sich zuweilen an den Epithelien der Vascula efferentia.

Die Nerven des Hodens entstammen dem Plexus spermaticus internus. Ihre Endigungsweise ist bis nun nicht aufgeklärt, obschon Letzerich bläschenartige besondere Gebilde beschreibt, die als Nervenendigung gelten sollen. Durchtrennung der Nerven zieht langsame fettige Degeneration des Hodens nach sich (Obolenszky), was nach dem Verfasser aus Alterationen des vasomotorischen Systems erklärt werden kann.

Der Samenleiter (Vas deferens, Fig. 184 *vd*). Die dickwandigen Samenleiter entstehen aus dem Ausführungskanale des Nebenhodens. Der Bau beider ist ein gleicher und besteht aus einer mit Muskelschichte versehenen dicken Wandung. Die Muskeln sind in einer äussern stärkern, einer innern schwächern Längsschichte und einer mittlern Ringmuskelschichte angeordnet. Die Schleimhaut ist mit Cylinderepithel bekleidet, unter welchem man Ersatzzellen findet. Beide Arten derselben sind gelbbraun pigmentirt. Der Samenleiter bildet an seinem untern Ende ein Divertikel, davor aber eine spindelförmige Ausweitung (Henle'sche Ampulle). An den markhaltigen Nerven des Samenleiters finden sich Ganglien vor, die Endigungsweise der ersteren ist bisher nicht ermittelt.

Die dünnwandigen Samenbläschen (Vesicae seminales) zeigen ähnliche Structur, als das Diverticulum des Vas deferens und bergen in ihrer Hülle glatte Muskelfasern. Ihr Inhalt wird von einer durchsichtigen, gelatinösen, gerinnenden und sich später verflüssigenden Substanz gebildet, welche offenbar Samenflüssigkeit ist. Nach Gerlach sind in der mit Vertiefungen versehenen Schleimhaut zusammengesetzte Schleimdrüsen zu finden. Henle beschreibt darin tubulöse, Klein blos grubenartige Vertiefungen. Die Samenausspritzungsgänge (Ductus ejaculatorii) sind ebenso aufgebaut. Im prostatischen Theile derselben findet sich an Stelle der Muskelschichte das cavernöse Gewebe von Henle; die Schleimhaut wird hier dünner und glatter und enthält keine Drüsengebilde mehr.

Die Vorsteherdrüse (Prostata) stellt ein Conglomerat acinöser Drüsen dar. Die Drüsen bilden längliche oder birnförmige Endbläschen, haben keine Membrana propria, sondern werden durch Bindegewebe umgrenzt. Die Drüsenzellen liegen in doppelter Schichte, deren innere aus hohen Cylinderzellen besteht, in denen man ausser dem Kerne noch gelbliche Pigmentkörner zu unterscheiden vermag, die äussere wird durch rundliche feingranulirte Zellelemente dargestellt. Die Ausführungsgänge der Drüse, welche in die Harnröhre am Colliculus seminalis münden, zeigen dieselbe Anordnung. Die Drüsenbläschen sind von einem dichten Capillarnetze umsponnen. Ueber die Lymphgefässe und die Endigungen der mit Ganglien versehenen Nervenfasern wissen wir sehr wenig. Das Secret der Drüse, aus welchem die

sogen. Prostata-Steine gebildet werden, ist demjenigen der Samenbläschen ähnlich beschaffen.

Die Blase der Vorsteherdrüse (Vesicula prostatica) oder nach der Benennung E. H. Webers „Uterus masculinus" ist ein blindendigendes, 7—14 Mm. grosses, im Prostatakörper untergebrachtes Gebilde. Es ist mit mehrschichtigem Plattenepithel ausgekleidet, die Wandungen durch muskeldurchsetztes Bindegewebe und eine dünne Schichte cavernösen Gewebes dargestellt. Der Ausführungsgang dieser Blase (Prostatatasche) mündet an der Spitze des Colliculus seminalis, zwischen beiden Mündungen der Ductus ejaculatorii.

Die Cowper'schen Drüsen stellen paarige, kaum einige Linien grosse, rundliche Drüsenbläschen von acinösem Baue und von einer bindegewebigen, muskelhaltigen Hülle umgeben, dar. In den Läppchen derselben finden sich mit einer Membrana propria versehene kleine, aus hohen Cylinderzellen bestehende Drüsenbläschen. Ihre Ausführungsgänge vereinigen sich zu einem mit Plattenepithel ausgekleideten einzigen Ductus.

Die Harnröhre (Urethra) besteht aus drei Theilen und zwar dem durch die Prostata umfassten Theile (Pars prostatica), dem darauf folgenden selbständigen häutigen Theile (Pars membranacea) und dem grössten nicht selbständigen, an der Ruthe (Penis) entlang verlaufenden Schwellkörpertheile (Pars cavernosa). Letzterer Abschnitt am Penis wird von dem Schwellkörper der Harnröhre (Corpus cavernosum, seu spongiosum urethrae) bedeckt, welcher am Ende der Harnröhre die Eichel (Glans penis) bildet, und zu welchem sich zwei ähnlich gebaute Gebilde: die Schwellkörper der Ruthe (Corpora cavernosa penis) gesellen, welche von äusserer Haut umhüllt mit glatten Muskelfasern (den Mm. ischiocavernosi et bulbocavernosi) versehen, das männliche Begattungsorgan darstellen.

Die Schleimhaut der Harnröhre ist am Vorsteherdrüsen- und häutigen Theile mit Platten- und Uebergangsepithel, in den übrigen Parthieen mit Cylinderzellen ausgekleidet. Unter dem Epithel erstreckt sich eine, an faserigen und elastischen Elementen reiche, ein schwammiges Gewebe darstellende Schichte (Henle), nach aussen verlaufen ausserdem glatte Muskelfasern, welche nach innen längs, nach aussen quer gerichtet sind.

An der Pars prostatica findet sich eine längliche Falte, der bereits oben beschriebene Samenhügel (Colliculus seminalis), mit faseriger und muskulöser Grundsubstanz und cavernösem Baue, in welchem ausserdem Prostata-ähnliche kleine Drüsen vorkommen. An den übrigen Parthieen dieses Harnröhrenabschnittes finden sich feine, netzartige, zumeist längsverlaufende Fältchen, worin den obigen ähnliche Drüsen gefunden werden.

Unter der Schleimhaut der Pars membranacea ist abermals ein cavernöses Gewebe mit längsgestrecktem Netzgefüge vorhanden, doch sind hier die glatten Muskelfasern in geringerer Anzahl vertreten, und werden dieselben von dem aus quergestreiften Fasern gebildeten Musculus urethralis bedeckt. Noch

geringer sind die glatten Muskeln in der Pars cavernosa vertreten. Das Schleimhautepithel wird durch Cylinderzellen gebildet, welche der freien Mündung der Harnröhre bald näher bald entfernter durch mehrfach geschichtetes Plattenepithel abgelöst wird, unter welchem sich reichliche Schleimhautpapillen erheben. An dieser Stelle der Harnröhre finden sich, unregelmässig angeordnet, drüsenfreie Furchen (Lacunae Morgagni) und vereinzelt stehende kleine, unausgebildete, acinöse, mit Cylinderzellen ausgekleidete Drüsen (Gland. Littréi), welche im häutigen Theile ganz fehlen (Henle).

Die Haut des Penis ist bis zum freien Rande der Vorhaut (Praeputium) dünn und schlaff; an der Wurzel mit feinen Haaren besetzt, in deren Follikel Talgdrüsen einmünden. Aus den glatten Muskelfasern der Tunica dartos des Hodensackes setzen sich in das subcutane Bindegewebe der Harnröhre feine Längsbündel glatter Muskelelemente fort; Fettgewebe ist hier keins vorhanden. Dieses subcutane Gewebe bildet bis zum Grunde der Eichel eine Hülle des ganzen Penis (Fascia penis), welche an der Wurzel der Ruthe durch elastische Fasern verstärkt zum Aufhängebande der Ruthe (Ligamentum suspensorium penis) wird.

Die Eichel der Ruthe (Glans penis) besteht aus cavernösem, mit feiner Haut umzogenem Gewebe, unter dessen mehrfach geschichtetem Plattenepithel zahlreiche Papillen vorfindlich sind. An der Krone der Eichel (Corona glandis) kommen grössere (0·5—0·9 Mm.) Papillen vor. Die innere Lamelle der Vorhaut (Praeputium) ist glatt, schleimhautartig; besitzt weder Haare noch Schweissdrüsen, doch viel zottenartige Papillen und Talgdrüsen, letztere unter dem Namen der Tyson'schen Drüsen (Glandulae praeputiales) bekannt; solche kommen auch an der Gegend des Bändchens (Frenulum glandis) vor und secerniren die Vorhautschmiere (Smegma praeputii).

Die Corpora cavernosa des Penis sind mit einer aus Binde- und elastischem Gewebe bestehenden, doch muskelarmen Hülle umgeben, von welcher zahlreiche Lamellen und Stränge nach innen ziehen und dadurch ein schwammartiges, vielfach communicirendes Höhlensystem darstellen, dessen Räume mit Endothelzellen ausgekleidet sind, die jedoch nicht als Lymphräume, sondern als Blutbehälter fungiren. An dem cavernösen Theile der Urethra ist die häutige Hülle dünner, die bluthaltigen Cavernen durch feinere und enger stehende Lamellen und zahlreiche elastische Fasern zusammengesetzt. In dem cavernösen Theile der Glans ist dieses Hohlraumsystem um Vieles zarter gestaltet. Sämmtliche Hohlräume sind mit Blut gefüllt, werden aber durch zeitweilig wirkende Reizeinwirkung strotzender und bedingen dadurch das Steifwerden der Ruthe (Erectio penis).

Die Blutgefässe des Penis, eigentlich seiner Corpora cavernosa sind:

Von der Arteria dorsalis penis gehen nur kleine Zweige zu den Corp. cavern. penis ab, den grössten Theil der Blutgefässe liefern die Arteriae profundae penis, welche mit einer, mit den Zellen des Schwellkörpergewebes zusammenhängenden Hülle bedeckt, zu den letzteren zahlreiche, reich verzweigte Aeste abgeben, deren Verlauf in dem schlaffen Penis gewunden erscheint. Der Uebergang derselben in die Cavernen ist sehr verschiedenartig. Die Kenntniss dieser Verhältnisse verdankt man zumeist Langer.

Die Gefässe verengern sich bereits an der Oberfläche der Corp. cavernosa beträchtlich und bilden, in echte Capillarnetze zerfallend, das oberflächliche Rindennetz, worauf sie mit den tiefliegenden, bedeutend weitern venösen, als tiefliegendes Rindennetz bezeichneten Gängen communiciren (Langer). In dieses gehen jedoch unmittelbar auch feine Arterienästchen über, woraus sich die rasche Füllung des peripheren Cavernensystems erklärt; einzelne Arterienäste ziehen direct in die inneren breiten Venensinus (Bluthälter) ein, wobei sie eine trichterförmige Ausweitung zeigen.

In der Mitte des Corpus cavernosum findet sich ausserdem ein zweites weites Capillargefässnetz, dessen Ableitung wahrscheinlich durch die venösen Sinus erfolgt. Ausserdem besitzen die Wände der Arteria profunda ein Capillargefässnetz, welches zu Venen gesammelt, in das um die Arterie befindliche venöse Geflecht übergeht. Zur Ableitung des Blutes aus den Blutbehältern dienen kurze venöse Gänge, welche aus dem tiefliegenden Rindengefässnetze in die Vena dorsalis penis als Venae emissariae einmünden; aus dem Innern des cavernösen Systems wird das Blut, durch die neben der Urethralfurche austretenden Venae emissariae inferiores, aus den Aesten des Corpus cavernosum endlich durch die Venae profundae abgeführt.

Das Corpus cavernosum urethrae besitzt ein inneres, mit den venösen Sinus zusammenhängendes, und die Urethra mit langgestrecktem Maschenwerke umfassendes, venöses Gefässnetz. Blos am Bulbus treten einzelne Arterienästchen direct in die Vene ein; übrigens finden sich hier ebensolche communicirende Capillarnetze, wie in dem submucösen Bindegewebe der Urethra.

Im cavernösen Theile der Glans — worin das Sinussystem durch echte Venen dargestellt wird — wird die Communication einzig durch Capillargefässnetze vermittelt.

Die Lymphgefässe der Ruthe, mit denen der Harnblase zusammenhängend, bilden langgestreckte, in das Lymphgefässsystem der Glans übergehende Netze. Stärkere, grössere ableitende Aeste derselben verlaufen an dem Rücken des Penis und münden theils in das kleine Becken, theils in die Lymphdrüsen der Leistengegend.

Die Nerven des Penis entstammen theils dem Schamnerven (N. pudendus), theils dem Plexus cavernosus des Sympathicus; letzterer versorgt hauptsächlich den Schwellkörpertheil, ersterer hingegen die Haut mit Fasern. Besonders reich ist die Glans an Nerven. Krause fand hier bereits vor längerer Zeit Endkolben, später wurden auch die Genital-Endapparate entdeckt; schliesslich wies Schweigger-Seydel hinter der Glans in der Nähe der Arteria dorsalis penis auch Pacini'sche Tastkörperchen nach.

Structur der weiblichen Geschlechtsorgane.

Die weiblichen Geschlechtsorgane zerfallen beim Menschen und den Säugethieren in innere: die Eierstöcke, Eileiter, Gebärmutter und Scheide; und in äussere: der Kitzler, das Jungfernhäutchen, die kleinen und die grossen Schamlefzen.

Structur des Eierstockes.

Am Eierstocke unterscheiden wir eine Rindenschichte oder Parenchymzone (Fig. 187 *Tö*) und eine Marksubstanz oder Gefässzone (*Eö*).

Die Umhüllungsdecke des Eierstockes wird durch einschichtige Cylinderzellen (Ovarialepithel, Keimepithel, *e*) gebildet, welche an den Rändern desselben sich vom Peritonealendothel scharf abgrenzen. Unter dieser Epitheldecke liegt die weisse Faserhaut (Tunica albuginea), deren drei Schichten verschiedenen Faserverlauf zeigen; die äussere (*a*), unter dem Epithel belegene, ist an der Zeichnung punktirt dargestellt, da deren Fasern in anderer Richtung ziehen als in der zweiten Schichte (*b*), wo erstere (in der Längaxe des Ovariums) als quergetroffen erscheinen.

Die Faserhaut hängt mit dem sich nach unten erstreckenden Gewebe der Rindensubstanz fortsetzungsweise zusammen und besteht aus Bindegewebsfasern, zwischen deren Bündeln man die Bindegewebskörperchen Waldeyer's (Inoblasten Krause's) vorfindet.

Die spindelförmigen Elemente (Inoblasten) der Rindenschichte zeigen 2—3, oft getheilte, feine Bindegewebsfortsätze, zwischen denen ungeschwänzte Zellen liegen; daneben sind zwischen den Zellen Bindegewebsfasern und elastische, mit Gefässen untermengte Fibrillen. In der Rindensubstanz finden sich zerstreut die Eibläschen (Eierstockkapseln, Follikel, *f*), welche gegen den Rand des Eierstockes in verminderter Anzahl vorkommen, während sie nach innen zu eine, an solchen Follikeln reiche Schichte bilden. Vermengt mit mikroskopisch kleinsten Follikeln, die als Primitiv- (*PP*) und Secundär-Follikel, bezeichnet werden, kommen ausserdem solche vor, die mit unbewaffnetem Auge wahrgenommen und als Graaf'sche Follikel benannt werden.

Die Primitiv- (jüngsten) Follikel (*ff*) sind — wie bereits erwähnt — kleinste mikroskopische Bläschen von 0·03 Mm. Durchmesser, von einfacherer Structur als die secundären und erscheinen rundlich, von dem Ovarialgewebe durch keine Membrana propria abgegrenzt; ihr Innenraum mit einer einschichtigen Cylinderepithelschichte ausgekleidet. Das Innere eines solchen Primitiv-Follikels enthält wenig Flüssigkeit und ein etwa 0·025 Mm. grosses rundliches Zellgebilde, das Primordialei. In selteneren Fällen finden sich in einem solchen Follikel 2 oder mehrere Primordialeier in Gruppen, oder der Reihe nach angeordnet, vorhanden.

Die bereits mehr ausgebildeten, sogen. Secundär-Follikel (*f*)

sind weit grösser und enthalten gleichfalls jeder ein Ei. Die mit freiem Auge sichtbaren, grössten sogen. Graaf'schen Follikel überragen die primitiven um das 400fache an Grösse; das darinnen enthaltene Ei wächst und ist um so grösser, je ausgebildeter, reifer der Follikel wird. Die Secundärfollikel besitzen eine Membran, welche nach innen mit dem Follikelepithel [Stratum granulosum, Körnerschichte (*e*)] ausgekleidet ist und

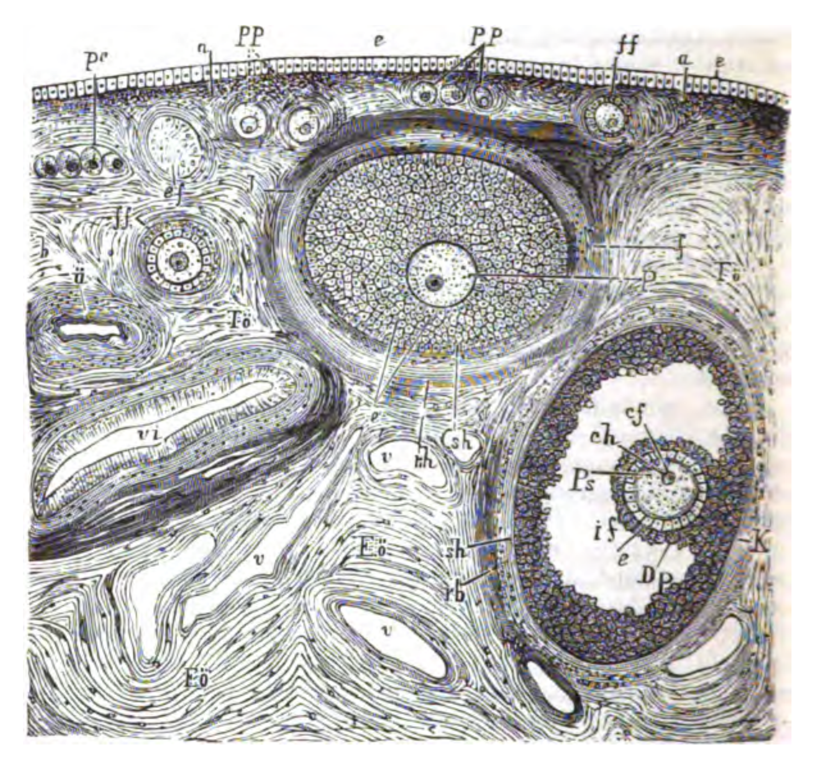


Fig. 187. Querschnitt des Eierstockes, rechterseits ein Follikel vom Hunde (*K*) hineingezeichnet, das übrige (*J*) vom Schafe. *e* (oben) = Ovarialepithel; *PP* = Primordialei; *a* = äusserste, unter dem Epithel belegene Schichte der Tunica albuginea; *b* = innere zweite Schichte; *ff* = Folliculus; *Tö* = Parenchymzone; *Eö* = Gefässzone; *P* = Ei; *e* = Epithel; *sh* = Cylinderzellen; *ef* = metamorphosirter Follikel; *vv* = Gefässdurchschnitte; *ü* = Arterien; *vi* = Venen; *rb* = Faserhaut; *K, D* = Discus proligerus; *Ps* = Eidotter; *ch* = Keimbläschen; *cs* = Keimfleck; *if* = Epithelschichte am Ei; *e* = Epithellager.

ausserdem die Paralbumin-hältige Follikelflüssigkeit (Liquor folliculi) enthält, die um so reichlicher ist, je reifer das Ei wird. Sowohl in den Primitiv- als auch den Secundär-Follikeln ist das Epithel cylinderförmig (*sh*); wächst der Secundärfollikel, so erscheint das Epithel mehrschichtig, bleibt an den Wänden des Follikels cylindrisch, zeigt aber über diesem polyëdrische, mit runden Kernen versehene Zellen (*e*). An einer

Stelle des Follikels erscheint das Epithel aufgehäuft und bildet so den Keimhügel (Cumulus oophorus s. ovigerus), [oder die Keimscheibe (Discus proligerus, *D*)] zwischen dessen Zellen das Ei eingelagert erscheint.

Die grösseren Secundär-, besonders aber die Graaf'schen Follikel werden von einer doppelschichtigen Hülle umgeben, und zwar der innern Follikelhaut [Theca v. tunica folliculi) und der äussern oder Faserhaut (Tunica fibrosa, *K*, *rb*)]. Letztere hängt mit dem Gewebe der Rindensubstanz zusammen und besteht aus faserigem Bindegewebe. Die innere Schichte (Tunica interna v. propria) ist gefässreich und enthält viele, farblosen Blutkörperchen ähnliche Zellen.

Slavjanszky konnte nach Imprägnirung mit Höllensteinlösung unter dem Follikelepithel eine Endothelmembran nachweisen.

Die Marksubstanz des Eierstockes wird aus faserigem Bindegewebe zusammengesetzt, welches in der sogen. Gefässzone (*Eö*) die grösseren Blutgefässe mitsammt Bündeln von Muskelfasern beherbergt. Die Züge der derberen Bündel werden durch ein feineres Balkenwerk zusammengehalten, ausserdem beide von elastischen Fasern durchflochten, doch sind hier weniger Spindelzellen (Inoblasten) zu treffen, als in der Rindenschichte; in einzelnen Maschenräumen finden sich ausserdem Ueberreste Graaf'scher Follikel. Die glatten Muskelfasern des Hilus ovarii hängen mit denjenigen der Eierstocks- (Ligamenta ovarii) und breiten Gebärmutterbänder (Lig. uteri lata) zusammen.

Die Blutgefässe des Eierstockes, besonders die Arterien, nehmen nach ihrem Eintritte durch den Hilus ovarii im Bindegewebe einen gewundenen Verlauf, und senden Aeste in die Marksubstanz, welche sowohl hier als auch in der Rindensubstanz den gewundenen Charakter beibehalten. Die Adventitia der Gefässe setzt sich hiebei in das Grundgewebe des Organes fort.

Die Venen (*vi*) bilden im Bindegewebe des Hilus netzförmige Geflechte mit breiten Ausbuchtungen, deren Aeste die Rindensubstanz versorgen.

Die Capillargefässe durchsetzen das Bindegewebe der Rindensubstanz, ohne mit den Primitiv- oder kleineren Secundär-Follikeln in näheres Verhältniss zu treten. An der Grenzschichte der Primitiv-Follikel verlaufen sie senkrecht gegen die Oberfläche, in der Tunica albuginea und der benachbarten Parenchymzone (*Tö*) mit sehr wenigen Aesten, und ziehen dann parallel zur Oberfläche.

In der innern Hülle der grossen, Graaf'schen Follikel hingegen findet sich ein dichtes, vielgestaltiges Capillarnetz. An dem follikellosen und mit Peritoneum überzogenen Theile des Hilus ovarii findet sich gleichfalls ein reichliches Capillarnetz.

Die Lymphgefässe treten gleichfalls im Hilus ein, haben reichliche Capillaren und bilden Netzwerke. Die in der Marksubstanz befindlichen Zweige gelangen durch einige Lymphcapillargefässe in die Rindensubstanz, wo sie dann bis in die inneren Schichten der äussern Follikelhaut dringende, dichte Netze darstellen; die zu den grösseren Secundärfollikeln gelangenden Capillarzweige communiciren mit der äussern Follikelmembran (*rh*) und den interstitiellen Räumen des Grundgewebes (welche man gleichfalls als Lymphräume ansprechen kann). An der convexen Fläche der sich aus dem

Eierstock herauswölbenden Graaf'schen Follikel fehlt das beschriebene Lymphcapillarnetz, senkt sich aber — wie His an Ovarien von der Kuh constatirte — in die Granulationen des sogen. gelben Körpers (Corpus luteum) ein.

Die in das Ovarium eindringenden wenigen Nerven folgen dem Gefässverlaufe als zumeist blasse Nervenäste, die zum vasomotorischen System zu gehören scheinen; obschon einige doppelcontourirte Nervenfasern bis zur äussern Follikelmembran zu verfolgen sind (Waldeyer) und, wie J. Elischer an mit Gold tingirten Präparaten nachgewiesen, sowohl im Parenchym, als auch um die Follikel herum ein Netzwerk aus feinsten Nervenästchen darstellen.

Die Eileiter (Muttertrompeten, Tubae uterinae seu Faloppii) bestehen aus einer Schleim-, Muskel- und serösen Haut.

Die Schleimhaut ist von Flimmerepithel bedeckt, dessen Flimmerbewegung gegen das Ostium uterinum der Tuben gerichtet ist, und bildet zahlreiche Falten, in denen das Bindegewebe lockerer und mit länglichen und rundlichen Zellen erfüllt ist. Der Querschnitt des mittlern Theiles (Pars medialis v. Isthmus) der Tube zeigt Sternform; ebenso der Gebärmuttertheil (Pars uterina); im Seitentheile (Pars lateralis s. Ampulla) treten die Falten für das freie Auge sichtbar hervor und bilden Hohlräume, aus denen sich verzweigende Falten zweiter Ordnung entwickeln, wodurch sowohl Ausbuchtungen, als blind endigende Recessus entstehen, die sämmtlich mit Flimmerepithel ausgekleidet sind. Man kann diese nicht als Drüsen ansprechen, solche, wie auch Papillen fehlen hier. Zur Schleimhaut gehört noch eine, unter den Falten hinziehende dünne Schichte glatter, nach aufwärts strebender Muskelfasern, welcher eine Bindegewebslage folgt, worauf wieder eine stärkere Muskelschichte sichtbar wird, deren innere Lage von Rings-, die äussere von Längsfasern gebildet wird. Auf dieser liegt das, mit wenig dünnen Muskelzügen und elastischen Fasern durchsetzte subseröse Bindegewebe (Adventitia), darauf eine dem übrigen Peritoneum gleichartige seröse Membran.

Die Fransen (Fimbriae tubae Fallopii) sind blos eine Nachahmung der Schleimhautparthieen des Seitentheiles der Tuben darstellenden Schleimhautfalten. An der äussern Fläche derselben liegt das Endothel des Bauchfelles, an der innern Fläche sitzen hingegen Flimmerzellen, zwischen beiden ist jedoch ein Uebergang vorhanden; die zum Eierstock ziehende Franse (Fimbria ovarica) hat an ihrer Ausbuchtung ein bis zum Ovarium sich erstreckendes Flimmerepithel, obschon ein feiner Streif des Peritoneal-Endothels sich zwischen die Flimmerzellenschichte der Fimbria und das Ovarialepithel einkeilt.

Structur der Gebärmutter.

An der Gebärmutter (Uterus) unterscheidet man das Peritoneum, die Muskelsubstanz und die Schleimhaut.

Die Schleimhaut ist sowohl am Gebärmuttergrunde (Fundus uteri) als auch am Körpertheile (Corpus uteri) glatt und mit cylindrischem Flimmerepithel besetzt; die Bewegung des letztern erfolgt vom Fundus uteri gegen die Cervix. Sowohl am Fundus, als auch am Corpus uteri finden sich dicht neben

einander stehende tubulöse Drüsen (Uterusdrüsen, Glandulae uterinae), und zwar ebenfalls mit Flimmerepithel ausgekleidet, dessen Bewegung bisher blos bei Säugethieren beobachtet wurde. Die Drüsen besitzen eine (durch Höllenstein nachweisbare) Basalmembran; unter denselben erstreckt sich adenoides Bindegewebe, in welchem Faserzüge den Boden der Drüse an die darunter liegende Muskelschichte anheften. Eine eigentliche Submucosa ist hier nicht vorhanden.

Im Cervicalkanal des jungfräulichen Uterus erstreckt sich das Flimmerepithel bis zur äussern Mündung und wird von dem darauffolgenden Plattenepithel der Scheide nicht scharf abgegrenzt; nach überstandenen Geburten reicht letzteres oft bis in die Mitte des Cervicalkanales hinauf. Der unterste Theil des Cervicalkanales und die Schleimhaut des Scheidentheiles der Gebärmutter (Portio vaginalis uteri) ist mit langen Papillen besetzt, hat aber keine Drüsen; weiter oben ist der Cervicalkanal ziemlich glatt und weist blos einzelne kleine Erhabenheiten auf. Das subepitheliale Bindegewebe ist an diesen Stellen dichter und fester, als am Corpus uteri; dabei mit vielen elastischen Fasern durchflochten und besitzt viel spindelförmige- und Lymphzellen. Ausserdem kommen im Cervicalkanal rundliche, mit (wahrscheinlich Flimmer-) Cylinderzellen ausgekleidete Krypten (Schleimfollikel) vor. Im Cervicalkanal der Portio vaginalis finden sich mit Cylinderzellen besetzte einfache und zusammengesetzte tubulöse Drüsen; die zusammengesetzten können bis 20 Acini enthalten. Am untern Ende des Cervicalkanales hören am Beginne der langen Papillen die Drüsen plötzlich auf.

Die Scheide (Vagina) stellt ein dehnbares Rohr dar, welches aus der Schleimhaut, darunter faserigem, nach innen festerm und nach aussen lockerem, mit elastischen Fasern durchsetztem Bindegewebe und einer darauf folgenden Muskelschichte besteht. Letztere wird durch eine innere Längs- und äussere Ringsmuskellage hergestellt. Die Schleimhaut weist zahlreiche Falten auf, die mit mehrschichtigem Plattenepithel überzogen sind, unter welchem sich ebenso wie am Collum uteri reichliche Papillen vorfinden. Angeblich fehlen in derselben Schleimdrüsen.

Das Jungfernhäutchen (Hymen) stellt eine blutgefäss- und nervenreiche Duplicatur der Schleimhaut dar, in deren Wänden die Gefässe der Scheide in zahlreichen venösen Capillarnetzen verlaufen. Die Lymphgefässe des Hymen sind bisher noch unerforscht.

Lymphoid-Follikel finden sich ziemlich zahlreich in der Scheidenwand eingestreut, auch ist häufig eine Infiltration des Schleimhautbindegewebes der Scheide mit Lymphkörperchen beobachtet.

Die vom Sympathicus und dem Plexus pudendus entstammenden Nervenfasern sind nach ihrer Verästelung bis in die Papillen hinein verfolgt worden; die Endigungen derselben am Menschen sind bisher ungekannt; in den Papillen der Vagina vom Kaninchen sind jedoch Endkolben und Pacini'sche Körperchen gefunden worden (Krause).

Die Wollustorgane werden durch die Clitoris und die kleinen Schamlefzen, der schützende bedeckende Theil durch die grossen Schamlippen gebildet. Die Clitoris besteht ebenso wie das Wollustorgan des

Penis aus Eichel (Glans) und Vorhaut (Praeputium clitoridis); wie auch das Schwellorgan und der sogen. Vorhofszwiebel (Bulbus vestibuli) genau den cavernösen Organen des Penis entsprechen.

Die kleinen Schamlefzen (Labii minores) oder Nymphen sind ebenfalls Schleimhautduplicaturen, und besitzen unter dem Epithel zahlreiche Papillen und sehr gefässreiches Bindegewebe. Die weiten und dichten Gefässnetze reichen bis unter die unterste Epithellage, hier finden sich Ausführungsgänge von Talgdrüsen, jedoch keine Haare, vor.

Die grossen Schamlefzen (Labii majores) sind fettreiche Hautfalten, mit zahlreichen Schweiss- und Talgdrüsen, welche in die Haarbälge ausmünden. Die grossen Schamlippen tragen an ihrer Innenfläche den Charakter der Schleimhaut; deren Aussenfläche jedoch kommt derjenigen der allgemeinen Decke gleich. Im Bindegewebe derselben finden sich glatte Muskelfasern.

Im Vorhofe (Vestibulum), wie auch im Scheideneingange (Introitus vaginae) sind gewöhnliche acinöse, daneben kleinere, gleich geartete sogen. Duverney- oder Bartholini'sche Drüsen vorhanden. Letztere münden durch einen langen Ausführungsgang in den Vorhof und entsprechen den Cowper'schen Drüsen beim Manne, sind mit niedrigem Cylinderepithel ausgekleidet und secerniren eine helle, fadenziehende, schleimartige Substanz.

Hinsichtlich der Nerven fand Kölliker in einzelnen Papillen der Clitoris Tastkörperchen, von denen später constatirt wurde, dass sie Endkolben oder den damit verwandten Genital- oder Wollustkörperchen (Krause, Finger) gleichkommen. Im Uebergange der grossen Schamlippen in die Nymphen, wie auch am Praeputium clitoridis entdeckte Schweigger-Seydel Pacini'sche Körperchen.

Producte der Geschlechtsdrüsen.

Samen (Sperma).

Ein grosser Theil der Thiere und der Mensch verdankt sein Dasein im Wesentlichen zwei Zellen, oder mindest einem Zellderivate. Das eine dieser wird durch den Samen (Sperma), das andere durch das Ei (Ovulum) dargestellt.

Samen (Sperma). Der Samen wird — wie aus dem allgemeinen Theile (vgl. Flimmerbewegung) bekannt — aus einer flüssigen Substanz und den darin befindlichen, sich bewegenden Samenfäden (Spermatozoën) gebildet.

Das Sperma ist — gemengt mit den Secreten des Vas deferens, der Cowper'schen und Vorsteherdrüse — eine neutral oder alkalisch reagirende, 82 % Wasser enthaltende, durchscheinende, schleimige Substanz, welche ausser Wasser noch Eiweissstoffe, Lecithin, Nucleïn, Protamin (Miescher), phosphorhaltiges Fett, und in den über 2 % betragenden Salzen phosphorhaltige Salze, phosphorsaure und schwefelsaure Alkalien und Erden und Chloride enthält. Ausserdem findet sich darin eine durchdringend riechende Substanz, welche von Vauquelin als Spermatin bezeichnet wurde. Von Alters her meinte man, dass dieser Geruch (Aura seminalis) die befruchtende Kraft des Samens darstelle.

Die **Samenfäden** (Spermatozoa, Samenthierchen) sind mikroskopisch kleine, mit Kopf, Mittelstück (Körper, Schweigger-Seydel) und einem, vibrirendem Flimmerhaar ähnlichen Fortsatze, — dem Schwanze — versehene, nach der Verschiedenheit der

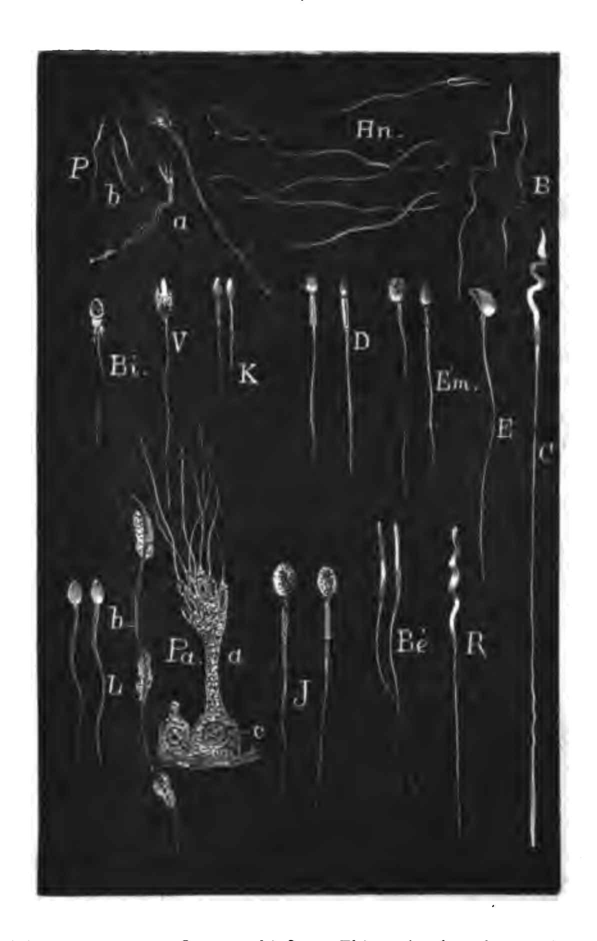


Fig. 188. Spermatozoën verschiedener Thiere (nach mehreren Autoren und eigenen Aufnahmen). *Hn* = Helix nemoralis: *B* = Blaps mortisaga; *Bi* = Stier; *V* = Maulwurf; *K* = Hund; *D* = Fledermaus; *Em* = Menschen; *E* = Maus; *C* = Canarienvogel; *L* = Pferd; *Pa*, *b* = der Ratte, mit in Bildung begriffenen Protoplasmaresten; *J* = Schaf; *Bé* = Frosch; *R* = Raja batis; *Pa*, *a* = Spermatoblastzelle.

Thiere vielgestaltige und verschieden grosse Gebilde (Fig. 188). Der Kopf ist gewöhnlich plattgedrückt und erscheint je nach der Flächenansicht in rundlicher oder länglicher Gestalt, wesswegen man an ein und demselben Thiere Samenfäden mit zweierlei

Kopfformation erhält (wie dies in Fig. 188, Samenfäden verschiedener Thiere darstellend, bei *D* und *Em* zur Anschauung gebracht ist).

Das Ei (Ovulum).

Das Ei stellt die grösste Zelle im thierischen Körper dar und ist mit freiem Auge zumeist als kleines Pünktchen wahrnehmbar.

Die einzelnen Theile dieser Zelle tragen eigene Benennungen; so wird deren Hülle (Fig. 189 *z*) als durchsichtige Haut (Zona pellucida) bezeichnet; man bemerkt daran feine, einen Stäbchenkranz der Zona pellucida darstellende Kanälchen, welche als Zugänge für den Eintritt des Samenfadens in das Ovulum dienen. Bei Thieren, deren Ei mit einer Chitinhülle umgeben ist, erscheint diese an einer Stelle vertieft und durchlöchert, einer kleinen Pforte zum Eindringen der Spermatozoën gleich; man benennt letztere Mikropyle.

Die Zona pellucida umgibt den eigentlichen Zellleib, den Eidotter (Vitellus, *p*). Derselbe besteht aus den in einer eiweissartigen Substanz suspendirten sogen. Dotterplättchen und Fettkörnchen. Den 40—50 μ grossen Kern nennt man Keimbläschen (*cs*) (Purkinje 1825, Coste 1834), das darin befindliche 5—7 μ grosse Kernkörperchen aber Keimfleck (*cf*) oder Hahnentritt (Cicatricula) (R. Wagner 1835).

Das Vogelei (Fig. 190) zeigt eine von obiger Structur abweichende Form. Auf die harte Kalkschale (Testa) folgt die Kalkschalenmembran (Membrana testacea), darauf das Ei-

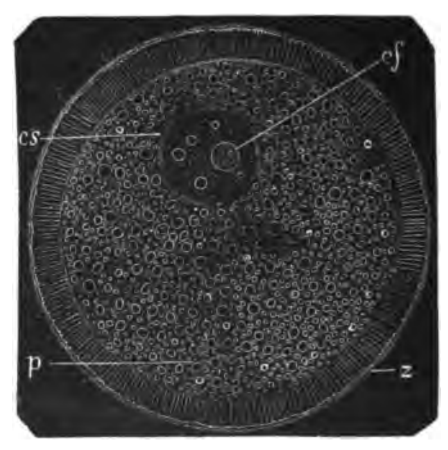


Fig. 189. Kaninchenei, zum Theile nach Waldeyer; *z* = Zona pellucida; *p* = Eidotter; *cs* = Keimbläschen; *cf* = Keimfleck.

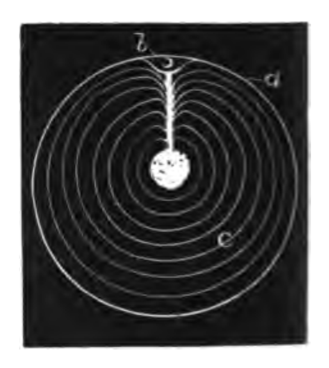


Fig. 190. Eidotter des Hühnereies, im Durchschnitt schematisch. *a* = Hülle; *c* = Nährdotter (schichtenweise); *b* = Keimscheibe oder Hauptdotter, in der Mitte mit dem Keimbläschen.

weiss und die Dotterhaut (Membr. vitellina). Zwischen beiden Häuten ist ein Aufhängeband, die Eischnur (Chalazeon), ausgespannt, welche den Eidotter in seiner Lage erhält. Der Eidotter ist eigentlich der sogen. Nährdotter (*c*), zur Ernährung des Embryo dienend, während der am obern Theile schwimmende und zur mittlern kugeligen Anschwellung einen Fortsatz entsendende Theil, die das Keimbläschen enthaltende Keimscheibe (*b*) darstellt, aus welcher sich das Thier entwickelt.

III. Theil.

Physiologie der Entwickelung.

Befruchtung des Eies und Entwickelung desselben zum Embryo.

Es war bereits Swammerdam (1685) bekannt, dass das Ei durch Berührung mit dem Samen befruchtet wird. Später constatirte Spallanzani (1768), dass die Samenfäden das Befruchtende im Samen seien, nicht aber die Flüssigkeit, und dass auch sehr diluirtes Sperma seine befruchtende Eigenschaft beibehält. (Spallanzani injicirte verdünntes Sperma vom Hunde durch eine erwärmte Spritze in die Vagina der brünstigen Hündin.) Barry war der Erste (1850), der das Eindringen des Samenfadens in das Ei beim Kaninchen, Newport (1851) dasselbe beim Frosche, Nelson (1852) in's Ei der Ascariden sah, Reber (1853) in das der Najaden; Bischoff, der nach vielen resultatlosen Versuchen anfänglich die Angaben obiger Forscher leugnete, konnte sich später (1854) sowohl am Frosche, als auch am Kaninchenei von dieser merkwürdigen Thatsache überzeugen.

Unter Superföcundation versteht man die Befruchtung zweier (beim Weibe in einer Menstruationsperiode) abgelöster Eier nach zwei verschiedenen Coitus. So kann eine Stute eine Pferdefüllen und gleichzeitig ein Maulthierfüllen werfen, wenn sie zuerst vom Hengste und dann vom Maulesel gedeckt wurde; angenommen dass nach jedem je ein Ei befruchtet wurde. Ebenso sind Fälle vorhanden, wo durch eine Frau ein Neger- und ein weisses Kind geboren wurde. Erfolgt eine neue Befruchtung im 2.—3. Monate der Schwangerschaft, so spricht man von den seltenen Fällen der Superfötation. Diese kann aber nur bei doppeltem Uterus (der als grosse Seltenheit auch beim Weibe, nicht allein bei Thieren vorkommt) geschehen, oder dann, wenn die Menstruation im spätern Stadium der Schwangerschaft fortbesteht, was gleichfalls beobachtet wurde.

Bevor der Samenfaden in das Ei gelangt, geht das Keimbläschen des Eies folgende Veränderungen durch:

Es verliert seine Membran, und wird zu einem spindelförmigen Gebilde, von welchem sich das eine Ende in die plasmatische Prominenz der Eioberfläche hineinfügt. Die Spindel

theilt sich hierauf in zwei Theile, einer davon bleibt im Ei zurück, während der andere von der Oberfläche des Eies als Richtungskörperchen abgeschnürt wird. Auf ähnliche Art wird nunmehr ein zweites Richtungskörperchen ausgestossen, nach welchem Vorgange der übrige Theil der Spindel als weiblicher Vorkern (weibl. Pronucleus von Van Beneden) in der Mitte des Eies Platz nimmt. Nach dem Eindringen des Samenfadens gestaltet sich der Kopf desselben zu einem Kerne: männlicher Vorkern. Letzterer, dessen Peripherie bereits radiäre Streifung aufweist, nähert sich stetig dem weiblichen Vorkerne, bis eine Verschmelzung beider als Endresultat erfolgt, von welcher aus die erste Kernfurchungsbildung beginnt. Darnach nimmt, da das Protoplasma um den neuen Kern des Eidotters dichter ist, die Theilung des Kernes und des Dotters in zwei Hälften ihren Anfang.

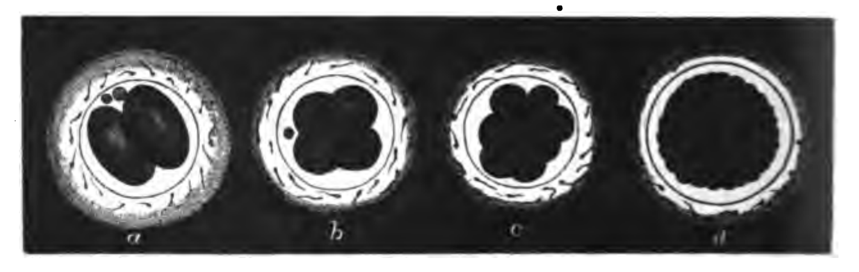


Fig. 191. Befruchtetes Ei in verschiedenen Stadien der Furchung; nach Bischoff-Kölliker.

In Fig. 191 ist das befruchtete und sich theilende Ei vom Hunde dargestellt; bei *a* in zweigetheiltem Zustande, an der Oberfläche noch mit zahlreichen Spermatozoën versehen.

Man nennt diesen Theilungsvorgang am Eie „Furchung" und zwar eine totale, welche sich an den einzelnen Kugeln wiederholt, so dass dann 4, 8, 16, 32, 64 u. s. f. sogenannte Furchungskugeln (20—45 μ grosse Urzellen) entstehen (bei *b*, *c* und *d* der Fig. 191 dargestellt). Durch Resorption der Flüssigkeit wächst das Ei (*d*), die einzelnen Furchungszellen werden durch gegenseitiges Aneinanderlegen vieleckig, das Ei wird in diesem Stadium wegen seiner Blasengestalt als Keimblase (Vesicula blastodermica) bezeichnet.

Zur Erlangung eines solchen Bläschenzustandes (Reichert) benöthigt das menschliche Ei 10—12, das Kaninchenei 4, das Meerschweinchenei 3½, das Katzenei 7, das Hundeei 14, das Ei von Wiederkäuern und Dickhäutern 10—12, das vom Rehe 60 Tage.

Je nach der Furchung zerfallen die Eier in holoblastische und meroblastische. Bei ersteren oder den sich total furchenden

Eiern geht die Furchung entweder gleichmässig vor sich; oder sie erfolgt ungleichmässig (archi- und amphiblastische Eier). Die sich partiell furchenden oder mesoblastischen Eier zerfallen, je nachdem die Furchung an einem Punkte oder an der Scheibe stattfindet: in discoblastische, oder wenn dies auf die ganze Oberfläche ausgedehnt ist, in periblastische Eier.

Der aus den gleichartigen Furchungszellen bestehende Keim (Morula) kann, den einzelnen Eiern entsprechend, eine Archi-, Amphi-, Disco- und Perimorula sein. Die aus der Morula entstehende, mit Flüssigkeit gefüllte Blase, die Keimblase (Blastula), wird nach dem oben Gesagten ebenfalls eine Archi-, Amphi-, Disco- und Periblastula vorstellen können. Aus dieser Blase entsteht die Gastrula, ein mit Urdarm und Urmund versehenes Gebilde, dessen Wände durch beide primäre Keimblätter dargestellt werden (welche wieder eine Archi-, Amphi-, Disco- und Perigastrula sein kann).

Diese Form entsteht entweder durch Einziehung an einer Stelle (Invaginatio embolica) oder durch Umwachsung infolge ungleichmässigen Wachsthumes (Invaginatio epibolica) oder schliesslich durch Zellenabspaltung (Delaminatio). Das eine der primären Keimblätter ist das Ektoderma (Epiblast), das andere das Entoderma (Hypoblast); im weitern Entwickelungsgange tritt noch ein drittes, das Mesoderma (Mesoblast) hinzu, welches 1. aus dem Ektoderma durch den Axenraum, 2. durch Einwanderung und 3. aus dem Entoderma durch Ablösung entsteht.

Ist nunmehr die Keimblase (beim Kaninchen auf 2 Mm.) gewachsen und die Zona pellucida sehr verdünnt, so entsteht an einer Stelle ein weisser Fleck, der sogen. Embryonalfleck oder Fruchthof (Area germinativa s. embryonalis), in welchem die Keimblase durch Zellvermehrung verdoppelt wird. Der Fruchthof wird nun mehr birn-, später bisquitförmig. Die Eihülle erhält winzige zottenartige Auswüchse und wird zum Chorion primitivum.

An dem hintern Ende des birnförmigen Fruchthofes entsteht der Primitivstreifen, als längliche Verdickung, später als Längsstreifen, welcher sich aber blos auf das Ektoderma erstreckt. Zu dieser Zeit erhebt sich aus dem Primitivstreifen zwischen beide erwähnte Keimblätter hinein eine dritte als Mesoderma bezeichnete, und sich sehr bald auf den ganzen Embryonalfleck ausdehnende Zellschichte. Im Mesoderma entstehen Blutgefässe, deren auf die Keimblase sich erstreckende Grenze man Gefässhof (Area vasculosa) benennt. Nachstehende Fig. 192 gibt die auf diese Weise entstandenen drei Keimblätter in schematischer Darstellung.

Im Ektoderma entwickelt sich zeitig eine längsverlaufende

Furche, die sogen. Rücken- oder Primitivfurche, welche zuerst blos in der vordern Hälfte des Primitiv- oder Urstreifens auftritt, dann sich nach rückwärts verlängert, während der Primitivstreifen langsam abnimmt und schliesslich ganz verschwommen wird; die dem Embryo näher gelegenen Keimblasentheile werden undurchsichtiger, so dass der Embryo nunmehr von einem durchscheinenden Hofe (Area pellucida) umgeben erscheint.

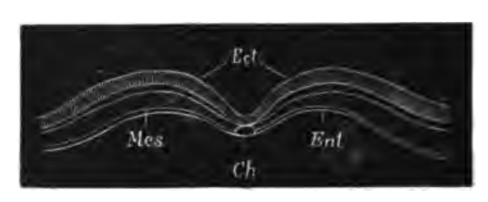


Fig. 192. Die embryonalen drei Keimblätter mit der Chorda dorsalis, schematisch dargestellt. *Ch* = Chorda dorsalis; *Ect* = Ektoderma (äusseres Keimblatt); *Mes* = Mesoderma (mittleres Keimblatt); *Ent* = Entoderma (inneres Keimblatt).

Aus dem Epiblast werden: Epithel und dessen Anhänge (Haare, Federn, Nägel, Drüsenepithel), das Mundhöhlen- und Mastdarmepithel, ferner das Epithel der Columnae Morgagni und des Vestibulum vaginae, die Hypophysis cerebri, die Augenlinse, dann das Epithel des Centralnervensystems und der höheren Sinnesorgane.

Aus dem Mesoblast: die glatten und quergestreiften Muskeln, die Bindesubstanzen und Blutgefässe.

Aus dem Hypoblast entsteht: das Epithel des Darmkanales und seiner Drüsen vom Isthmus faucium bis zu den Columnae Morgagni.

Die Entwickelung der einzelnen Organe aus den betreffenden Keimblättern anlangend, können wir in Kürze anführen:

Aus dem Ektoderma (äusseres, animales, sensorielles Keimblatt, Hornplatte) sich entwickelnde Gewebe und Organe:

Mit dem schrittweisen Verschwinden des Primitivstreifens entsteht an dessen vordern Ende, durch einen Faltbildungsvorgang in dem Ektoderma: die Rücken- oder Markfurche, mit den zu beiden Seiten belegenen Rücken oder Markknoten. Letztere nähern sich infolge stetigen Wachsthums einander, solange bis sie zusammenstossen und das dadurch gebildete Rohr (Medullarrohr) aus dem Ektoderma abgeschnürt wird. Das Medullarrohr schliesst sich zuerst am Kopftheile und am spätesten am Schwanztheile; diesem Abschlusse folgt die dreifache Abgrenzung des Gehirns in Gestalt zweier Abschnürungen, wodurch das Vorderhirn (Prosencephalon), das Mittelhirn (Mesencephalon) und das Hinterhirn (Metencephalon) entsteht. An letzterem erfolgt durch eine Querfurche abermals eine Theilung in die Hinter- und die Nachhirnblase; während aus dem Vorderhirne die primären Augenblasen abgehen. Aus der Basis und den Seitentheilen des primären Vorderhirns wachsen dann die secundären Vorderhirnblasen heraus (Prosencephalon secundarium). Aus letzteren entwickeln sich: die Hemisphären, die Streifenhügel, und Seitenventrikel; aus dem Thalamencephalon oder dem Prosencephalon primitivum: die Sehhügel, Augenblasen, der

dritte Hirnventrikel. Aus der Mittelhirnblase: die Vierhügel, Hirnschenkel, der Aquaeductus Sylvii; aus dem Hinterhirne: das Kleinhirn, Brücke; aus dem Nachhirne: das verlängerte Mark, die Marksegel; und aus der Höhle beider: der 4. Hirnventrikel.

Die intervertebralen Ganglien, und das periphere Nervensystem sind Auswüchse des Medullarrohres. Am Schwanzende des Medullarrohres ist ein Knoten (Lendenknoten) sichtbar. Bei Vögeln bleibt die Primitivrinne ebenfalls offen und bildet den Sinus rhomboidalis.

Das Medullarrohr weist an der Rückenmark- und Medulla obl.-Grenze (Cervicalkrümmung), ferner an der des Hinter- und Nachhirns (Kölliker's Brückenkrümmung), schliesslich beinahe unter rechtem Winkel zwischen dem Mittel- und Vorderhirne: Krümmungen auf. Die primären Hirnblasen haben anfänglich weder Furchen noch Windungen.

Aus der mittlern oder Vorderhirnblase entsteht beiderseits ein bläschenförmiges, mit Stiel versehenes Hohlgebilde, die primäre Augenblase.

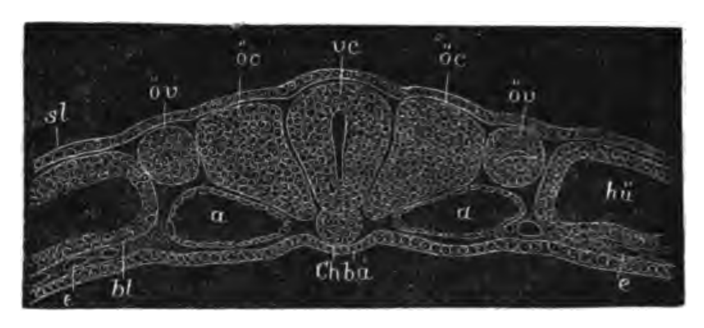


Fig. 193. Durchschnitt eines 9 Tage und 2 Stunden alten Embryostammes vom Kaninchen, mit den drei Keimblättern (nach Kölliker): *vc* = Medullarrohr; *ch* = Chorda dorsalis; *sl* = Hornplatte; *δc* = Urwirbel; *δv* = Urniere; *bl* = Darmfaserplatte; *e* = Gefässe; *hü* = Peritonealhöhle; *a* = Durchschnitt der Aorten· *ba* = Darmgrube.

Die übrigen Theile des Ektoderma liefern die Epidermis für den gesammten Körper. Die Hornschichte (Stratum corneum) derselben differenzirt sich frühzeitig, ebenso das Rete Malpighii; aus ersterem entwickeln sich dann die sogen. Hautanhänge (Federn, Borsten, Haare u. s. f.).

Das Mesoderma (Gefässblatt, mittleres Keimblatt, motorisch-germinative Platte) liefert folgende Gewebe und Organe:

Unter der Markrinne, eigentlich dem Medullarrohre besitzt das Mesoderma ein abgesondertes Rohr, das beim Embryo bis zur mittlern Hirnblase sich erstreckt: die Rücksaite [Chorda dorsalis (Fig. 192 und Fig. 193 *ch*)], als Vorläufer der zukünftigen Wirbelsäule. — Nach Mihálkovics bildet sich die Chorda dorsalis aus dem Ektoderma; Balfour lässt dieselbe sich vom Entoderma abtrennen. In vergänglicher Form erscheint sie bei den Urochorden, hingegen bei den Cephalochorden persistirend. Bei den übrigen Wirbelthieren bleiben von derselben — da sie stufenweise bald kleinere, bald grössere Abschnürungen erfährt — blos Spuren übrig.

An beiden Seiten der Chorda gruppiren sich die Zellen des Mesoderma in Gestalt würfelförmiger Körper als Urwirbel (Fig. 193 *δc*); — doch verlieren sie diese Form bald, indem sich von ihrer dorsalen Fläche die Muskelplatte ablöst, worauf ihre Elemente — zwischen welche sich das

peripherische Nervensystem einkeilt — das Medullarrohr umfassen, um dann mit der Chorda zusammen, die häutige Wirbelsäule darzustellen.

Die Substanz der Urwirbel wird jedoch erst später theilweise zum Wirbel.

Die Zellschichte des peripheren Theiles des Mesoderma, neben den Urwirbeln als diejenigen der Seitenblätter bekannt, theilt sich in zwei Lamellen (Wolff 1768), welche jedoch an den Urwirbeln durch die sogen. Mittelplatten zusammengehalten werden.

Der zwischen den Seitenplatten solchermassen entstandene Raum wird als pleuroperitoneale Höhle oder Koëlom (Häckel) (Fig. 193 *hü*) benannt.

Aus der Mittelplatte entwickelt sich: das Wolff'sche Rohr; aus dem im pleuroperitonealen Raume befindlichen Theile: der Wolff'sche Körper und die Geschlechtsdrüsen.

Die obere Platte des auseinandergewichenen Seitenblattes legt sich eng an das Ektoderma an, und wird als Hautmuskelplatte (*bi*) bezeichnet; die innere heftet sich an das Entoderma an, und heisst Darmfaserplatte (Remak) (*bl*). An den einander zugekehrten Flächen beider Platten, in dem dadurch erzeugten pleuroperitonealen Raume (Koëlom) entsteht das Endothel des letztern. An der gegen das Koëlom blickenden Fläche der Mittelplatte bleiben Cylinderzellen (Keimepithel, Waldeyer), aus welchem im Ovarium die Eischläuche und die Eier werden.

Das Entoderma erleidet während dieses Stadiums keinerlei Veränderung, sondern liegt als einschichtige Zellenlage der Darmfaserplatte an.

Bildung des Herzens und der ersten Kreislauforgane.

Der Embryo liegt bis zu dem oben angeführten Stadium der Entwickelung mit seinen drei Keimblättern in einer Ebene. Hierauf hebt sich der Kopf aus der Ebene heraus, entwickelt sich stärker, wodurch sich die Keimblätter unter demselben abschnüren und die sogen. Kopfkappe entwickelt. Der Kopftheil ist innen hohl und kann man aus der Höhle der Keimblase in den Kopfraum gelangen; er wird als Kopfdarmhöhle bezeichnet, und beginnt beim Hühnerembryo bereits am zweiten, beim Hunde erst am 22. Tage. Beim Huhn entwickelt sich am 3. Tage, beim Hunde am 24. der Schwanztheil, der frei sich erhebend die Schwanzkappe und die Schwanzdarmhöhle bildet, zu welcher die hintere Darmpforte leitet.

Der Körper des Embryo hängt so mit der Keimblase durch einen, anfänglich ganz offenen Stiel zusammen; letzterer wird als Ductus omphalomesaraicus oder vitello-intestinalis bezeichnet. Die daran hängende, sackförmige Keimblase nennt man nunmehr bei Säugethieren Nabelblase: während die analoge, doch bedeutend grössere Blase der Vögel, den Nahrungsstoff des Eidotters enthaltend: Dottersack geheissen wird. Der Ductus omphalomesaraicus wird später verengt und endlich geschlossen (beim Hühnerembryo am 5. Tage) und entsteht bei dessen Uebergang in die Bauchhaut der Bauchnabel, an der Insertionsstelle desselben in den Urdarm: der Darmnabel. Bevor jedoch der Abschnürungsprocess des Embryo beginnt, entsteht an der Darmfaserplatte und zwar an deren die Kopfhöhle nach unten abgrenzendem Theile die erste Anlage des Herzens, welche beim Hühnerembryo am Schlusse des ersten Brütetages als kleines rhythmisch pulsirendes Pünktchen (die στίγμη κινουμένη, Punctum saliens des Aristoteles) zu beobachten ist; bei Säugethieren erfolgt deren Bildung bedeutend später.

Das Herz ist anfänglich eine hohle, aus einer Zelle gebildete Knospe

der Darmfaserplatte (ursprünglich ein paariges Gebilde). Seine Höhle wird rasch ausgedehnt, und ist an einer Duplicatur (Mesocardium) im Koëlom — dessen um das Herz befindlicher Abschnitt Fovea cardiaca genannt wird — aufgehängt. Später wird es langgestreckt röhrenförmig, und ist sein Aortatheil nach vorne, der venöse Theil nach hinten gerichtet; darnach zeigt es eine leichte S-Krümmung. Im Hühnerembryo schlägt normal das Herz von der Mitte des zweiten Tages 40mal in der Minute.

Aus seiner vordern Fläche: 'dem Aortenzwiebel entspringt die Aorta, welche nach vorwärts in zwei Aeste (Primitivaorten) zerfällt, dann unter den Hirnblasen sich krümmend rückwärts entlang den Urwirbeln nach abwärts zieht. Beide Primitivaorten endigen am Schwanzende des Embryo anfänglich blind. Gegenüber dem Ductus omphalomesaraicus gibt jede Primitivaorta (beim Hühnerembryo) je eine, oder (bei Wiederkäuern) mehrere (beim Hunde 4—5) Arteriae omphalomesaraicae ab, welche im Innern des Mesoderma, an der Eihülle (Eisack) oder der Nabelblase in ein dichtes Gefässnetz übergehen. Von diesen entspringen rückwärts laufend (bei Vögeln aus der Area vasculosa entspringend, und aus der spätern Vena terminalis entstammend) die Venae omphalomesaraicae, welche am Ductus omphalomesaraicus nach aufwärts ziehen und mit zwei Stämmen in die beiden venösen Schenkel des Herzens einmünden. Damit ist die Bahn des ersten Kreislaufes abgeschlossen.

Der Kreislauf der Nabelblase der Säugethiere hört zeitig auf; letztere wird zu einem kleinen Anhängsel, während sich der zweite Kreislauf entwickelt. Bei den Vögeln entstehen die ersten Gefässe aus der Area vasculosa, und zwar im letzten Viertel des ersten Tages, bevor man noch vom Herzen eine Spur wahrnehmen kann.

In der Area vasculosa entwickelt sich ein feinmaschiges Lymphgefässsystem (His, A. Budge), welches mit der Amnion-Höhle zusammenhängt (A. Budge).

Das Koëlom gewinnt hiebei stets an Ausdehnung und die Körperwandung trennt sich immer mehr von dem Darmrohre ab. Dieses entfernt sich stetig von den Urwirbeln, während die Mittelplatten sich zur Bildung des Mesenteriums verlängern.

Die aus Hornplatte und der äussern Lamelle der Seitenplatte bestehende Körperwandung (Hauptplatte) verdickt sich dadurch, dass aus der Muskelplatte die Muskulatur, aus den Urwirbeln die Knochengrundsubstanz und die Rückenmarksnerven, zwischen die Hornplatte und die Hauptplatte hineinwachsen (Remak).

Von den Urwirbeln löst sich ein nach hinten belegener Theil ab, von Remak als Muskelplatte benannt; der zurückbleibende Theil des Urwirbels (Kölliker's eigentlicher Urwirbel) tritt mit dem der andern Seite dadurch in Verbindung, so dass beide durch die Chorda dorsalis vollständig zusammenwachsen (Membrana reuniens inferior, Reichert) (beim Hühnchen am 3., beim Kaninchen am 10. Tage), dann aber auch das Medullarrohr umfassen (Rathke-Reichert) (beim Hühnchen am 4. Tage).

Die Membrana reuniens superior bildet die Wirbelbögen und die dazwischen befindlichen Ligamenta arcuata. In selteneren Fällen unterbleibt die Bildung dieser Membran, und dann wird das Medullarrohr blos durch die Hornplatte (Epidermis) gänzlich oder auch nur an bestimmten Stellen überkleidet. Dieser Bildungsfehler führt zur Spina bifida, am Kopfe zur Hemicephalie. Die Wirbelsäule gleicht in diesem membranösen Stadium derjenigen der Cyclostomen. Aus der Membrana reuniens superior entwickeln sich ferner auch die Häute des Rückenmarkes.

Die Hauptplatten wachsen in der Medianlinie gleichfalls zusammen, und schieben sich zwischen Horn- und Muskelplatte hinein, wodurch die Rückenhaut (Remak) gebildet wird.

In der membranösen Wirbelsäule entwickeln sich ferner unterdessen die einzelnen knorpeligen Wirbel hintereinander (beim Menschen in der 6. bis

8. Woche), doch sind es anfänglich offene Wirbelbögen (beim Menschen im 4. Monate gebildet). Die knorpeligen Wirbel entstehen nicht aus den früheren Urwirbeln, sondern es tritt eine neue Abtheilung der Wirbelsäule auf (Remak), nämlich in dieser Weise, dass aus dem untern Theile des vorbefindlichen Urwirbels und der obern Hälfte des nachfolgenden der bleibende Wirbel wird. Während der Verknöcherung verdünnt sich die Chorda, bleibt aber in den Zwischenwirbelplatten deutlicher vorhanden.

An der Halsseite bilden sich zu beiden Seiten je 4 spaltförmige Oeffnungen, die Oesophageal (Schlund-) spalten oder Kiemenöffnungen (Rathke) (Fig. 194, *k' k'' k'''*) (beim Hühnchen die 3 obern am 3., die 4. am 4. Tage). Ober diesen Spalten verdickt sich die Seitenwand und bildet die Oesophageal- oder Kiemenbögen, an welchen über und unter jeder Spalte zu beiden Seiten die nunmehr auf 5 vermehrten Aortenbögen verlaufen. Die Kiemenbögen sind blos an Fischen constant, beim Menschen verwachsen sie — mit Ausnahme der obersten, aus der sich der Gehörgang, die Trommelhöhle und die Tuba Eustachii entwickelt (Huschke, Reichert, Rathke) — gänzlich. Der 4. Kiemenbogen dient in späterer Zeit zur Grundlage anderer Gebilde. Unter dem Vorderhirne findet sich in der Medianlinie eine dünne Stelle, aus welcher eine Einstülpung entsteht, welche später durchbrochen, die Urmundöffnung (*s*) (Nase und Mund sind darin noch vereint) bildet.

Später entsteht auch am Schwanztheile eine ähnliche Vertiefung, aus welcher der Mastdarm heraustritt, nachdem die Aftermündung gebildet wurde. Aus dem Darme bilden sich durch Ausstülpungen des primären Darmrohres, und zwar sämmtlich aus dem Entoderma und der daran haftenden Darmfaserplatte: die Lungen, die Speicheldrüsen und das Pankreas, (bei Vögeln) die Blinddärme und die weiter unten beschriebene Allantois. In dieser Zeit treten die Extremitäten als winzige Stümpfe heraus.

Bildung des Amnion und der Allantois.

Während des Entwickelungsstadiums des Embryo (beim Hühnchen am Ende des zweiten Tages) erhebt sich vor dem Kopfe die aus dem Ektoderma und der äussern Lamelle des Mesoderma bestehende, einer Haube ähnlich auf dem Kopfe des Embryo sitzende Falte, die Kopfkappe.

Auf gleiche Weise, nur zeitlich etwas später entsteht am Schwanzende die Schwanzkappe, und zwischen beiden schliesslich die Seitenscheide (Seitenkappen). Nunmehr verwachsen sämmtliche, gegen den Rücken des Embryo gerichtete Falten, zur sogen. Amnionnaht (beim Hühnerembryo am 3. Tage). Es entsteht um den Embryo auf diese Weise ein Hohlraum (Fig. 195 *ü*), welcher mit Fruchtwasser erfüllt wird.

Bei den Säugethieren bildet sich das Amnion (*am*) ebenfalls zeitlich und zwar auf gleiche Art wie bei den Vögeln: Von der Mitte der Schwangerschaft an legt sich das Amnion unmittelbar an das Chorion, und ist mit demselben durch gelatinöses Gewebe (Tunica media, Bischoff) verbunden.

Das Amnion und die Allantois (Harnsack) (*al*) bildet sich blos bei Säugethieren, Vögeln und Reptilien; man nennt diese: Amnioten, im Gegensatz zu den Anamnioten.

Aus der vordern Fläche des Schwanzdarmes (Mastdarm) wächst eine Blase heraus, welche in die Koëlomhöhle hineinragt und Allantois oder Harnsack genannt wird (beim Hühnerembryo vor dem 5. Tage, beim Menschen in der 2. Woche), und zwei, aus dem Entoderma und der Darmfaserplatte entstandene Lamellen besitzt. Zu beiden Seiten der Blase zieht an derselben je eine Arteria allantoidis s. umbilicalis aus der Arteria hypogastrica hin, und verzweigt sich an derselben. Die Allantois wächst vor dem Mastdarme in die Körperhöhle hinein, gegen den Nabel zu und wächst schliesslich (neben dem Ductus omphalomesaraicus) mitsammt den Gefässen nach aussen.

Bei den Vögeln dient der Kreislauf der **Allantois** (als zweiter Blutkreislauf) zur Athmung, bei den Säugethieren stellt dieselbe ein Harnsecretionsorgan vor. Hier münden bei den Säugethieren die Ausführungs-

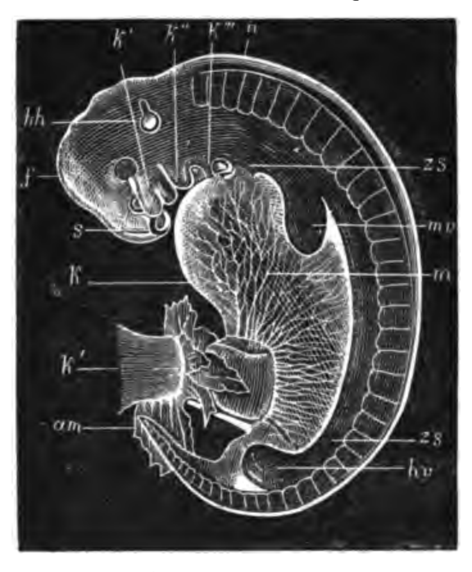


Fig. 194. Structur des Embryo vom Rinde; nach **Kölliker**. *f* = Kopf; *hh* = Gehörblase; *s* = Urmundöffnung; *k' k'' k'''* = Kiemenbögen; *mv* = vordere Extremität; *hv* = hintere Extremität; *n* = Hals; *ss* = Darmplatte; *k* = Nabeltheil; *k'* (in der Mitte) = Nabelschnur; *am* = Amnionrest; *m* = Leber mit Blutgefässästen.

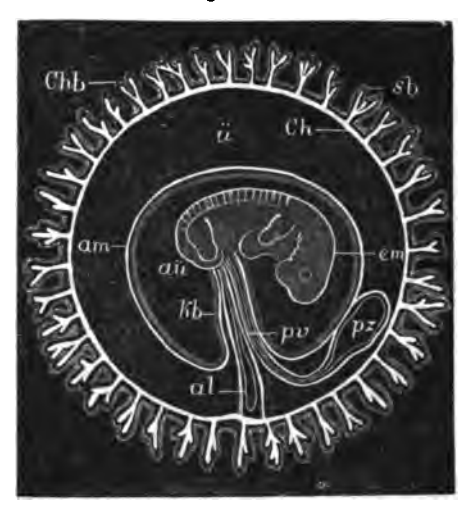


Fig. 195. Hüllen und Blutkreislauf vom Embryo; nach **Kölliker**. *em* = Embryo; *am* = Amnion; *aü* = Amnionhöhle; *al* = Allantois; *pz* = Eisack; *Chb* = Chorionzotten; *Ch* = Choriongefässe; *kb* = Nabelhülle; *ü* = Zwischenraum zwischen Chorion und Amnion; *sb* = Zellmembran.

gänge der Urnieren, die Wolff'schen oder Oken'schen Gänge (bei Vögeln oder Schlangen, bei welchen Cloaken vorhanden sind, in die hintere Wand).

Die mit vielen Glomerulis ausgestattete Urniere ergiesst ihr Secret durch die Wolff'schen Gänge in die Allantois (bei Vögeln in die Cloake), welches dann durch die Allantois aus dem Nabel in die peripheren Theile des Harnsackes gelangt. Remak fand in der Allantoisflüssigkeit harnsaures Ammoniak und Natrium, Harnstoff, Allantoin, Traubenzucker und Salze.

Die Aufgabe der Allantois ist bei den Säugethieren und dem Menschen eine von derjenigen der Vögel verschiedene. Aus dem Anfangstheile derselben bildet sich die Harnblase, aus deren Spitze der anfänglich offene Urachus (Harnleiter) aus dem Nabel als Rohr herausführt.

Der der Allantois zugehörige, ausser dem Bauche belegene Blindsack ist bei einigen Thieren mit einer harnartigen Flüssigkeit gefüllt. Beim Menschen geht diese Blase im Verlaufe des 2. Monats zu Grunde, und es bleiben an Stelle derselben blos Gefässe zurück.

Eihäute. Mutterkuchen. Embryonaler Kreislauf.

Sobald das befruchtete Ei in den Uterus gelangt, wird dasselbe von einer Hülle umzogen, welche Hunter (1775) als hinfällige Haut (Membrana decidua) bezeichnete, da sie während der Geburt ausgestossen wird. Man unterscheidet ferner die Membrana decidua vera, die verdickte, gefässreiche und an die Gebärmutterwand leicht geheftete Schleimhaut. Von dieser wird das Ovulum durch granulirende Abschnitte in der Weise umgeben, dass es ähnlich wie in einem Vogelneste eingelagert erscheint; man nennt diesen Theil Membr. decidua reflexa. Im 2.—3. Monate besitzt der Uterus ausser der Reflexa noch einen Hohlraum, im 4. Monate erfüllt die ganze Höhle desselben bereits das Ei und die Reflexa.

Es liegt somit an einer Stelle das Eichen an der Wand des Uterus (an der Decidua vera), zum grössten Theile jedoch an der D. reflexa. An der erstgenannten Stelle entwickelt sich später der Mutterkuchen (Placenta).

Das Eichen, anfänglich mit kleinen Zotten umgeben, wird von der Decidua umhüllt. Nach erfolgter Abschnürung des Amnion umgibt die vom Ektoderma abstammende, vollkommen geschlossene Blase den Embryo mit sammt dem Amnion und der Nabelblase, als auf dem Chorion (Fig. 195 *Ch* und *Chb*) aufliegende und sich in die Zotten (*Chb*) fortsetzende seröse Hülle (Baer). Die aus dem Nabel austretende Allantois (*al*) legt sich direct an die Eihülle an; ihre Blase verschwindet beim Menschen im 2. Monate, hingegen umhüllt ihre gefässreiche Schichte stetig wachsend die ganze Eihöhle (*ü*), welcher Zustand bis zum 18. Tage anhält. Von der 4. Woche an gehen die Gefässe (*Ch*) in die sich verästelnden Zotten ein (*Chb*) und füllen dieselben aus. Nunmehr geht das ursprüngliche Chorion (primitivum) verloren und tritt allgemeine Vascularisation desselben ein. Die Ursprungsstelle der Zona pellucida ersetzt sich durch das zottige Gefässstratum der Allantois, welches von den Zellen der aus dem Ektoderma entstammenden serösen Scheide umkleidet wird. Dieses Stadium hält nur etwa bis zum 3. Monate an; von da ab geht die Vegetation der Zotten an der ganzen Oberfläche der an der Reflexa liegenden Eihülle (Eihaut) verloren.

Die grossen Zotten des Chorion (*Chb*) dringen in das Gewebe der Uterusschleimhaut ein, und zwar zuvörderst — Wurzeln ähnlich — in die Drüsengänge. Daneben durchsetzen diese die Wandungen der grösseren hier noch capillären Gefässe, so dass die Zotten vom Blute der Mutter durch-

feuchtet in den grossen Capillaren der Decidua gleichsam frei schweben. Nach Einigen sollen die Zotten nackt in dem Mutterblute getaucht schwimmen; nach Henning werden sie jedoch von der Muttergefässschichte und den Deciduazellen umfasst. Danach wachsen einige epithelfreie Zotten durch ihre kugeligen Enden mit dem Mutterkuchen (Placenta uterina) fest zusammen, wodurch letzterer ganz ausgebildet erscheint, und an denselben nunmehr eine die Zotten im Ganzen umfassende Placenta foetalis, und die durch an das Ei anliegende gefässreiche Uterusschleimhaut dargestellte Placenta uterina s. materna unterschieden wird. Beide Theile können nach der Geburt voneinander nicht gesondert werden. An den Rändern der Placenta verlaufen die grösseren Venen des Mutterkuchens (Randsinus der Placenta).

Der Mutterkuchen ist das Ernährungs- und Respirationsorgan des Embryo, welcher durch Endosmose aus den Bluträumen der Mutter, durch die Zottenhäute und Gefässe, das nöthige Blut erhält, welches in dem Embryo weiter circulirt.

Die Nabelschnur ist mit der Amnionscheide (*am*) [Nabelhaut (*kb*)] umkleidet. Ihre Gefässe weisen bis 40 (von der Mitte des 2. Monates angefangen) vom Embryo links nach rechts zu der Placenta gedrehte Spiraltouren auf: als die stark muskulösen Arteriae umbilicales und die Vena umbilicalis. Nach den Untersuchungen von Hyrtl münden beide Arterien in der Placenta zusammen. Die Nabelschnur enthält ausserdem den Urachus, und den entodermalen Abschnitt der Allantois, welcher bis zum 2. Monate persistirt. Der Ductus omphalomesentericus ist nunmehr ein fadenförmig dünnes Stielchen der Nabelblase, welches gewöhnlich übrig bleibt und über dem Rande der Placenta liegt. Der Innenraum der Blase enthält kleine Zotten, Plattenepithel und die obliterirten Gefässe des ersten Kreislaufes. Diese angeführten Gebilde werden sämmtlich von der Wharton-schen Sulze (gallertiges Bindegewebe) umgeben (s. allg. Theil Seite 45).

Der Kreislauf des Embryo, nach der Entwickelung der Allantois beginnend, ist folgender:

Aus den, den Aa. hypogastricae entstammenden Nabelarterien (Aa. umbilicales) läuft das Blut des Embryo durch die Nabelschnur zur Placenta, in deren Zotten sich mit ausgedehnten Capillaren die Arterien verzweigen. Von hier rücklaufend, sammelt sich das Blut in der Nabelvene (Vena umbilicalis). Diese zieht nach aufwärts und mündet unter dem Leberrande mit der Vena portae, und geht als Ductus venosus Arrantii in die untere Hohlvene, welche das Blut — wie bekannt — an den rechten Vorhof abgibt. Von hier wird das Blut durch die Valvula Eustachii und das Tuberculum Loweri, zum grössten Theile durch das Foramen ovale in den linken Vorhof getrieben, aus welchem es wegen der Valvula foraminis ovalis nicht zurückzutreten vermag. Aus dem linken Atrium gelangt das Blut nunmehr in den linken Ventrikel, von hier in die Aorta, die Hypogastrica, und durch die Nabelarterien zurück zum Embryo.

Das Blut der obern Hohlvene des Embryo gelangt aus dem rechten Vorhofe in den rechten Ventrikel, von hier aus in die Lungenarterie (Art. pulmonalis), welche durch den mit ihr in Verbindung stehenden Ductus arteriosus Botalli (weil die Lungen nicht respiriren) das Blut an die Aorta abgibt.

Durch die derzeit noch kleinen Zweige der Art. pulmonalis gelangt nur wenig Blut in die Lungen. Nach der Geburt obliteriren die Nabelarterien und bilden die Ligamenta vesicae lateralia; ihr unterer Abschnitt bleibt jedoch als Arteriae vesicae superiores erhalten. Die Nabelvene obliterirt gleichfalls und wird zum Ligamentum teres, ebenso auch der Ductus Arrantii; endlich schliesst sich das Foramen ovale, der Ductus Botalli wird beim Menschen zum Ligamentum arteriosum.

Bei den Thieren finden sich folgende Verhältnisse vor:

Die allerältesten Säugethiere besitzen keine Placenta oder Allantoisgefäss und heissen: Mammalia inplacentalia (Owen); als da sind: die Beutelthiere und Schnabelthiere (Monotremata).

Unter den Placentariaten gibt es:

1. Decidua-lose (Mammalia non deciduata), bei denen blos durch Allantoisgefässe versorgte Zotten, welche in den Falten der Uterusschleimhaut liegen, vorhanden sind und die bei der Geburt von hier herausgezogen werden (Sparsiplacentariata, mit einer Placenta diffusa). Hieher gehören: die Pachydermata, Cetacea, Solydungula und Camelida. Bei den Wiederkäuern stehen die grossen Zotten gruppirt und wachsen zwischen die, den Uterusdrüsen entsprechenden, übermässig entwickelten Schleimhautfalten hinein (Cotyledonen), aus welchen sie bei der Geburt gleichfalls herausgezogen werden.

2. Mit Decidua versehene (Mammalia deciduata), bei denen die Zotten des Chorion mit der Uterusschleimhaut derartig fest verwachsen sind, dass bei der Geburt der entsprechende Theil mit abgelöst wird. Die Placenta ist hier entweder gürtelförmig (Placenta zonaria) (Zonoplacentariata), bei den Carnivoren, Pinnipedien, dem Elefanten, Hyrax; oder teller-(scheiben-)förmig (Placenta discoidea) (Discoplacentariata): die Affen, Insectivoren, Nager und Edentaten. Beim Kaninchen ist die Nabelschnur sehr breit und nehmen die grossen Vasa omphalomesaraica durch Bildung einer Dottersackplacenta an dem Aufbaue der Placenta Theil. Beim Meerschweinchen (auch dadurch merkwürdig. dass dessen Keimblätter sich in umgekehrter Ordnung, das Entoderma nach aussen, bilden) betheiligen sich die Vasa omphalomesaraica in hohem Grade an der Bildung der Placenta.

Bei der, lebendige Jungen gebärenden Mustela laevis (Hai) bildet sich im Fruchthalter eine Dottersackplacenta (Aristoteles, Johannes Müller).

Die Entwickelung und Weiterbildung der einzelnen Organe aus den angeführten Körpertheilen gehört in die specielle Entwickelungsgeschichte (specielle Embryologie).

Fruchtbarkeit, Schwangerschaft, Geburt.

Fruchtbarkeit.

Die Fruchtbarkeit des Menschen und verschiedener Thiere ist aus der nachstehenden Tabelle von Leuckart ersichtlich.

Es bringt zur Welt:

das Weib jährlich einmal		1	Kind	
der Elefant alle 3—4 Jahre einmal		1	Junges	
das Kamel u. Pferd alle 2 Jahre einmal		1	„	
(das Pferd aber auch jedes Jahr)				
die Kuh und Hirschkuh jährlich einmal		1	„	
das Schaf u. die Ziege „	1—2mal	1	„	(selten 2)
die Katze „	2mal	3—6	Junge	
die Hündin „	2 „	4—10	„	(auch mehr)
das Schwein „	2 „	6—12	„	(doch auch 5—18)
die Häsin „	2—3 „	2—5	„	
das Kaninchen „	5—8 „	4—7	„	
die Maus „	4—6 „	4—10	„	

Schwangerschaft. Trächtigkeit.

Die Zeit von der Befruchtung des Eies (Empfängniss) bis zum in die Welt Setzen des ausgewachsenen Jungen (Kindes) nennt man Schwangerschaft (beim Menschen), Trächtigkeit, auch Tragzeit (bei Thieren). Diese dauert:

bei dem Menschen	40	Wochen	bei dem Schweine	17	Wochen
bei dem Elephanten	90	„	(auch 18)		
bei der Giraffe	. 63	„	bei dem Hunde	. 9	„
bei dem Pferde	. 48	„	bei der Katze .	. 8	„
bei dem Rinde	. 40	„	bei dem Kaninchen	5	„
bei dem Schafe und bei der Ziege .	. 20	„			

Nach Franck ist die Trächtigkeitsdauer für die Kuh 10 Mondmonate (Wurf in der 41. Woche), für das Schaf und die Ziege 5 Monate (Wurf in der 22. Woche), für das Schwein 4 Monate, für den Hund 2 Monate, für die Katze 30 Tage.

Geburt.

Unter Geburt versteht man das Ausstossen aus der Gebärmutter und zur Welt Bringen der reifen Frucht, während welches physiologischen Vorganges die Abtrennung des, die Frucht mit der Mutter verbindenden Mutterkuchens, wie auch die in einem gewissen Grade stattfindende Quetschung der Geburtswege, die Mutter — sowohl beim Menschen als auch beim Thiere — in einen pathologischen Zustand versetzt.

Die Geburt erfolgt durch die mit Contractionen der Gebärmutter einhergehenden Geburtsschmerzen (Wehen). Es ist bisher noch nicht ermittelt, durch welche Momente die Contractionen der Gebärmutter eintreten. Einige nehmen an, dass die Expansionsfähigkeit der Gebärmutter erschöpft sei (Mauriceau, Calza); andere, dass der Fötus als fremder Körper den Uterus in Reizungszustand versetzt (Baudelocque, Nägele); oder dass der auf die Bauchwände und das Zwerchfell ausgeübte Druck Uteruscontractionen auszulösen vermag (Jörg). Die Erweiterung des Muttermundes (Kilian, Hensen) kann ebenfalls als Ursache betrachtet werden. Andere ziehen die in der Placenta und den Eihäuten vor sich gehenden Veränderungen zur Erklärung herbei; so fassen Simpson u. A. die langsam eintretende Degeneration der Deciduazellen, — wodurch der Zusammenhang zwischen Uterus und Eihäuten gelockert würde —, als Bewegungsgrund des Geburtsactes auf. Spiegelberg und Hasse bringen die Veränderungen im Stoffwechsel der Placenta mit Auslösung dieses Processes in Verbindung, während Schröder annimmt, dass die

Eigenschaft des Uterus, zur bestimmten Zeit zu gebären, eine angeborene, vererbte sei. Rittgen und Litzmann nehmen zur Erklärung des Beginnes und Verlaufes der Geburt den Einfluss der Nerven zu Hilfe; in der Annahme, dass die Nerven genau so wie die Muskulatur des Uterus hypertrophisch und vermehrt werden, wodurch ein Ueberreiz der ersteren eintritt, der nach einer bestimmten Zeit die Uteruscontractionen auslöst.

Die Zusammenziehungen der Gebärmutter wurden ehedem als peristaltische gedeutet, doch überzeugte sich Hensen an zwei während der Geburt durch Kaiserschnitt Entbundenen von der Contraction des Uterus in toto. Der während der Contractionen eintretende Druck ist, wie man sich an manometrischen Messungen und graphischen Aufzeichnungen zu überzeugen Gelegenheit hatte, ein äusserst beträchtlicher. Während der Contractionen sinkt, wie dies Frankenhäuser und Henning constatirten, die Temperatur in der Achselhöhle und steigt in der Gebärmutter um 0·02—0·1° C. (Frankenhäuser).

Dadurch, dass die klonischen Contractionen der Uterusmuskulatur stetig energischer werden, treten kürzere, längere oder cyclische Schmerzen (Geburtswehen) auf, während welcher die Frucht gegen den innern Muttermund getrieben wird. Letzterer weicht hierauf auseinander, die Frucht gelangt in die ausgedehnte Cervix uteri, worauf dann Gebärmutter und Scheide einen communicirenden Kanal darstellen. Während des Druckes bersten die Eihäute und das Fruchtwasser fliesst ab. Auf die nunmehr folgenden starken, durch die Action der Bauchpresse unterstützten Uteruscontractionen geht die Geburt der Frucht mitsammt den Eihäuten und dem Mutterkuchen (Placenta) vor sich.

Register.

C.

D.

E.

G.

I.

J.

K.

L.

M.

N.

S.

T.

U.

V.

W.

Berichtigungen.

Seite 20, Zeile 19 von unten statt: „Frederige“ lies: „Fredericq“.
„ 20, in der Anmerkung statt: Hämocruorin lies: Chlorocruorin.
„ 147, Zeile 8 von oben statt: Achrodextrin lies: Achroodextrin.
„ 540, in Fig. 145 statt: „Zeichnung 2“ setze: „Zeichnung 3“.
„ 540, in Fig. 145 statt: „Zeichnung 3“ setze: „Zeichnung 2“.

Verlag von FERDINAND ENKE in Stuttgart.

Biedert, Dr. Ph., **Untersuchungen über die chemischen Unterschiede der Menschen- und Kuhmilch.** Zweite sehr vermehrte Ausgabe. 8. 1884 geh. 2 M. 40

Gerlach, Prof. Dr. L., **Beiträge zur Morphologie und Morphogenie.** Untersuchungen aus dem anatomischen Institut zu Erlangen. I. Mit 3 Holzschnitten und 10 Tafeln. 4. 1884. geh. 12 M

Gerlach, Prof. Dr. L., **Die Entstehungsweise der Doppelmissbildungen bei den höheren Wirbelthieren.** Mit 9 Tafeln. gr. 8. 1882. geh. 10 M.

Huxley's Leitfaden für praktische Biologie. Mit Bewilligung des Verfassers in das Deutsche übertragen von Dr. Oskar Thamhayn. 8. 1881. geh. 4 M.

Liebermann, Prof. Dr. L., **Grundzüge der Chemie des Menschen** für Aerzte und Studirende. gr. 8. 1880. geh. 6 M.

Nuhn, Prof. Dr. A., **Lehrbuch der praktischen Anatomie** als Anleitung zum Präpariren im Secirsaale. Mit 60 zum Theil farbigen Holzschnitten. gr. 8. 1882. geh. 9 M.

Onodi, Dr. A. D., und **Flesch,** Dr. F., **Leitfaden zu Vivisectionen am Hunde.** Nach eigenen anatomischen und experimentellen Untersuchungen. I. Theil (Hals). gr. 8. 1884. 4 M.

Pütz, Prof. Dr. H., **Ueber die Beziehungen der Tuberkulose des Menschen zur Tuberkulose der Thiere.** 8. 1883. geh. 1 M. 60

Pütz, Prof. Dr. H., **Die Seuchen und Heerdekrankheiten unserer Hausthiere** mit Rücksicht auf die Zoonosen des Menschen. Nach seinen eigenen Erfahrungen bearbeitet. Mit 73 Holzschnitten. gr. 8. 1882. geh. 14 M.

Strasser, Dr. H., **Zur Kenntniss der funktionellen Anpassung der quergestreiften Muskeln.** Beiträge zu einer Lehre von dem kausalen Zusammenhang in den Entwickelungsgängen in dem Organismus. Mit 2 lithogr. Tafeln. gr. 8. 1883. geh. 4 M.

v. Thanhoffer, Prof. Dr. L., **Das Mikroskop und seine Anwendung.** Ein Leitfaden der allgemeinen mikroskopischen Technik für Aerzte und Studirende. Mit 82 Holzschnitten. 8. 1880. geh. 6 M.

Toldt, Prof. Dr. C., **Lehrbuch der Gewebelehre** mit vorzugsweiser Berücksichtigung des menschlichen Körpers. Mit 195 Holzschnitten. Zweite Auflage. gr. 8. 1884. geh. 14 M.

Wundt, Prof. Dr. W., **Lehrbuch der Physiologie des Menschen. Mit 170** in den Text gedruckten Holzschnitten. Vierte umgearbeitete Auflage. gr. 8. 1878. geh. 16 M.

Wundt, Prof. Dr. W., **Untersuchungen zur Mechanik der Nerven und Nervencentren.** gr. 8. 1870—1876. geh. 9 M. 20.

Druck von Gebrüder Kröner in Stuttgart.

